



**MARIA JOSÉ  
LOURENÇO  
PASSAREIRA**

## **CIRCUITOS ELÉTRICOS - UMA PONTE PARA O ENSINO SECUNDÁRIO**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Didática, Área de especialização- Ciências para professores do 3º CEB / Sec. de Física e Química- realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Lucília Maria Pessoa Tavares dos Santos, Professora Associada do Departamento de Física da Universidade de Aveiro.

À memória do meu pai e à minha mãe.  
Aos meus alunos.  
Aos meus professores.

## **o júri**

presidente

**Prof<sup>a</sup>. Doutora Isabel Maria Cabrita dos Reis Pires Pereira**  
professora auxiliar do Departamento de Educação da Universidade de Aveiro

**Prof<sup>a</sup>. Doutora Nilza Maria Vilhena Nunes da Costa**  
professora catedrática do Departamento de Educação da Universidade de Aveiro

**Prof<sup>a</sup>. Doutora Lucília Maria Pessoa Tavares dos Santos**  
professora associada do Departamento de Física da Universidade de Aveiro

## **agradecimentos**

À Prof<sup>a</sup>. Doutora Lucília Santos, minha orientadora, por todo o apoio prestado.

Aos meus alunos e colegas que contribuíram para este trabalho.

À minha mãe, à Celeste e à Fátima.

## **palavras-chave**

circuitos elétricos, educação em ciências, aprendizagem significativa, sequência didática, ensino da física, terceiro ciclo do ensino básico.

## **resumo**

Este trabalho parte de um problema que afeta a maioria dos sistemas de ensino e preocupa a sociedade em geral: os maus resultados obtidos por um número expressivo de alunos na aprendizagem das ciências experimentais, nomeadamente na Física, e o decréscimo de interesse que os jovens mostram por áreas fundamentais da ciência.

Da vivência profissional, da autora deste estudo, surgem evidências do que consideramos serem lacunas graves quando iniciam o 10º ano de escolaridade, referentes à temática circuitos elétricos simples, quer ao nível conceitual quer ao nível laboratorial.

Neste contexto, procurámos detetar possíveis ideias informais e/ou conceções erradas, averiguar as competências e dificuldades manifestadas pelos alunos no âmbito dos circuitos elétricos simples e investigar possíveis razões subjacentes às fragilidades manifestadas pelos alunos. Procurámos, também, avaliar o efeito da implementação de uma sequência didática desenhada com a preocupação de contribuir para a resolução dos problemas identificados nas aprendizagens dos alunos. A fundamentação teórica adotada teve como suporte a teoria da aprendizagem significativa inicialmente proposta por Ausubel e enriquecida pela contribuição das teorias desenvolvidas por vários investigadores, nomeadamente Novak, Vygotsky, Vergnaud e Moreira. A sequência didática desenhada foi aplicada a uma turma do 10º ano do curso de ciências e tecnologias e na sua elaboração e implementação foi privilegiado o trabalho prático, nomeadamente o trabalho laboratorial, a interação social na sala de aula e a mediação do professor.

Além dos alunos da turma participaram ainda neste estudo um grupo de 33 professores através da resposta a um questionário, com o objetivo de recolher informações que contribuíssem para dar resposta às questões de investigação. Pela natureza da problemática em estudo e pelo número reduzido de participantes, foi utilizada como estratégia de investigação um estudo de caso, não sendo, por isso, um estudo que vise a generalização de resultados.

A análise dos resultados obtidos, através dos dados recolhidos por diversos instrumentos, mostra que a abordagem didática se revelou positiva, pois permitiu uma evolução dos alunos no campo conceitual dos circuitos elétricos e possibilitou o desenvolvimento de várias competências, nomeadamente em termos laboratoriais. Os resultados obtidos revelam, ainda, alguns indícios que podem eventualmente explicar as fragilidades reveladas pelos alunos no âmbito da aprendizagem dos circuitos elétricos simples.

## Keywords

electrical circuits, science education, significant learning, didactic sequence, physics teaching, third cycle of basic education

## abstract

This study is based on a problem which affects most school systems, and represents a major concern to society in general: the poor results obtained by a large number of students while learning experimental sciences, namely physics, and the decrease of interest which young people show for key areas of science.

From the professional experience of this study's author results evidence of what we consider to be serious gaps regarding the student's knowledge when they start the *10<sup>o</sup> ano de escolaridade* (equivalent to a 10<sup>th</sup> grade), referring to simple electrical circuits, either at conceptual level or laboratory level. Within this context, we sought to detect possible informal ideas and/or misconceptions, examine the skills and difficulties experienced by students regarding simple electric circuits, and investigate possible reasons underlying the weaknesses expressed by students. We also sought to evaluate the effect of implementation of a didactic sequence based on the concern to solve the problems identified regarding students' learning issues. The theoretical framework adopted was based on the meaningful learning theory, first proposed by Ausubel and enriched by the contribution of theories developed by various researchers, including Novak, Vygotsky, Vergnaud and Moreira. The didactic sequence chosen was used on a 10<sup>th</sup> grade students' class of science and technology, and its elaboration and implementing privileged practical work, including laboratory work, social interaction in the classroom, and the teacher's mediation role.

Besides this group of students a group of 33 teachers participated in this study. The latter answered a questionnaire, which aimed at gathering information which would contribute to answer the research questions. Given the nature of the problem under study and the small number of participants, a case study was used as a research strategy, therefore it is not a study which aims to generalize the results.

The analysis of the results obtained using data gathered with different instruments shows that the didactic approach proved positive, as it allowed an evolution of the students regarding the conceptual field of electrical circuits, and allowed the development of various skills, namely laboratory related. The results also reveal some evidence which may eventually explain the weaknesses revealed by the students' learning issues regarding simple electric circuits.

## ÍNDICE

Capítulo I .....	3
APRESENTAÇÃO DO ESTUDO .....	3
1. Estruturação geral da dissertação .....	3
1.1. Introdução .....	3
1.2. Contextualização do estudo .....	6
1.3. Finalidades e Objetivos.....	10
Capítulo II.....	11
ENQUADRAMENTO TEÓRICO .....	11
2.1. Introdução .....	11
2.2. Teoria da aprendizagem significativa.....	11
2.2.1. Aprendizagem significativa na perspectiva de Ausubel e os contributos de Novak e Gowin.....	11
2.2.2. Aprendizagem significativa e outras teorias de desenvolvimento e da aprendizagem.....	20
2.2.3. Síntese .....	28
2.3. Conceções alternativas .....	29
2.3.1. Conceções alternativas e a perspetiva do ensino por mudança concetual .....	29
2.3.2. Conceções alternativas e dificuldades de aprendizagem no âmbito dos circuitos elétricos simples.....	32
2.4. Trabalho Laboratorial.....	35
Capítulo III .....	38
METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO .....	38
3.1. Introdução .....	38
3.2. Natureza do estudo .....	38
3.3. Caracterização dos participantes no estudo e descrição da escola onde este se desenvolveu .....	46
3.4. Instrumentos da recolha de dados.....	50
3.5. Descrição da proposta da intervenção didática.....	60
3.5.1. Introdução .....	60
3.5.2. Desenho e organização da sequência didática.....	61
3.6. Método de análise dos dados .....	86
Capítulo IV .....	89
APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	89
4.1. Introdução .....	89
4.2. Apresentação e análise dos resultados dos pré e pós testes .....	89

4.2.1. Caracterização do percurso dos alunos relativamente ao ensino e aprendizagem da eletricidade.....	89
4.2.2. Resultados obtidos na Parte I dos Pré e Pós testes.....	92
4.2.3. Resultados obtidos na Parte II dos Pré e Pós testes.....	108
4.3. Apresentação e análise dos resultados do questionário de opinião.....	130
4.4. Apresentação e análise dos resultados do questionário aos professores .....	134
Capítulo V.....	150
CONCLUSÕES.....	150
5.1. Introdução .....	150
5.2. Principais Conclusões .....	150
5.3. Dificuldades/Limitações do estudo .....	160
5.4. Sugestões para futuras investigações.....	161
Bibliografia .....	162
ANEXOS.....	169
ANEXO I: Teste aplicado aos alunos (Partes I e II).....	170
ANEXO II: Questionário de opinião aplicado aos alunos .....	181
ANEXO III: Questionário aplicado aos professores.....	185
ANEXO IV: Energia transferida num circuito elétrico.....	192
ANEXO V: Análise de uma fatura de energia elétrica .....	198
ANEXO VI: Circuitos em série, em paralelo e mistos.....	205
ANEXO VII: Lei de Ohm. Condutores óhmicos e não óhmicos.....	211
ANEXO VIII: Software Edison (versão 4) .....	217
ANEXO IX: Folheto realizado no âmbito do trabalho sobre pilhas .....	221
ANEXO X: Texto elaborado para uma pequena representação efetuada no âmbito do “ Ano internacional da Energia sustentável para todos” .....	224



## **Lista das siglas utilizadas**

CA - Concepções alternativas

3º CEB – Terceiro Ciclo do Ensino Básico.

CEF- Cursos de Educação e Formação

CFQ – Ciências Físico-químicas

CNEB-CE - Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais

DEB – Departamento da Educação Básica do Ministério da Educação.

EMC – Ensino por mudança concetual

OCCFN – Orientações Curriculares de Ciências Físicas e Naturais

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico

PhET - *Physics Education Technology* da Universidade do Colorado

PIEF- Programa Integrado de Educação e Formação

PISA - *Programme for International Student Assessment*

ZDP - Zona de desenvolvimento próximo

## Capítulo I

### APRESENTAÇÃO DO ESTUDO

*"Tell me and I forget. Teach me and I remember. Involve me and I learn."*

Benjamin Franklin (1706-1790)

## 1. Estruturação geral da dissertação

### 1.1. Introdução

É largamente reconhecido que vivemos numa sociedade de informação, de conhecimento multifacetado, de contornos complexos e incertos que lança permanentemente novos desafios ao modo como o cidadão interage com a avalanche de informações que invade o seu quotidiano, pelos mais diversos meios.

Este cenário de mudança contínua, onde tudo se apresenta com um elevado grau de instabilidade e incerteza, bem como a globalização do mercado, exigem a formação de cidadãos que sejam aprendizes mais flexíveis, eficazes e autónomos, dotados de capacidades de aprendizagem e não apenas de conhecimentos ou saberes específicos, que tendem a ser menos duradouros (Pozo & Gómez Crespo, 1998). Assim, "aprender a aprender" constitui uma dos reptos a que a escola deve dar resposta. Consideramos que a educação em ciências é uma via privilegiada através da qual os cidadãos devem aprender estratégias e adquirir competências e capacidades que lhes permitam transformar e reconstruir conhecimentos, analisar e assimilar criticamente a informação que recebem, de modo a serem capazes de se adaptar às constantes mudanças e exigências da sociedade atual.

Na última década tem sido amplamente debatido o papel da educação em ciência enquanto componente fundamental para a educação para a cidadania (Cachapuz, Perez, Carvalho, Praia, & Vilches, 2005; Cachapuz et al., 2004; Gil-Pérez & Vilches, 2006; Martins, 2011).

Face às características da nossa sociedade, diversos autores têm apelado para a necessidade de uma mudança de paradigma na educação. Morin (2002), por exemplo, apela para que a educação valorize novos saberes que permitam o desenvolvimento integral do indivíduo e não apenas na dimensão do conhecimento, mas também na dimensão do saber

fazer, do saber aprender e do saber ser. O conhecimento deve ser compreendido como uma entidade em evolução, onde o erro deve ser utilizado para aprender.

Com algumas semelhanças, mas agora no contexto nacional, o Relatório do estudo publicado pelo Conselho Nacional de Educação sobre os “saberes básicos” que todos os cidadãos do século XXI deverão desenvolver (Cachapuz, Sá-Chaves, & Paixão, 2004) refere e fundamenta a necessidade de a escola de hoje ajudar a desenvolver nos alunos cinco saberes básicos: aprender a aprender; comunicar adequadamente; cidadania ativa; espírito crítico e resolver situações de problemáticas e conflitos. Parece-nos, assim, inquestionável a importância da escola e do ensino das ciências em particular, numa formação de base (desenvolvimento da literacia científica), assim como no desenvolvimento de uma formação sólida e aprofundada em ciências e tecnologia para todos os que optarem por carreiras profissionais nessas áreas.

Cabe à escola fomentar o desenvolvimento cognitivo, de modo a que “o aluno aprenda a pensar”, enquanto promove o desenvolvimento de competências, o desenvolvimento afetivo e o desenvolvimento de atitudes e valores pessoais e sociais, que lhe permitam tornar-se num membro ativo na sua sociedade, capaz de tomar decisões conscientes e de participar em debates de cariz científico.

A aprendizagem das ciências e das tecnologias deveria ser de grande interesse para todos os jovens. No entanto, o deslumbramento dos jovens pela utilização da tecnologia não parece ter correspondência na vontade de conhecer o seu funcionamento, uma vez que se verifica uma diminuição de vocações para estudos na área das ciências (Martins, 2011). Citando o relatório Rocard (2007, p.5), muitos estudos, nos últimos anos, têm apontado “para um decréscimo alarmante no interesse que os jovens mostram por áreas fundamentais da ciência”. Seguramente há várias justificações para esta situação, mas uma das questões colocadas por alguns jovens é, para que serve estudar ciências? Quem tem responsabilidades na elaboração e implementação de currículos dos ensinos básico e secundário não pode pensar que o eventual entusiasmo dos alunos por estudos de ciências decorre por contágio dos sucessos científico-tecnológicos (Cachapuz, 2007).

Pensamos que, ao desenvolver o currículo, o professor deve procurar que os alunos atribuam sentido ao que aprendem, integrando contextos da vida dos alunos e interesses existentes, e despertando outros que contribuam para o seu desenvolvimento pessoal e para a consciência do papel fundamental das Ciências na sociedade atual.

Assim, consideramos que estimular a vivência dos alunos de situações/experiências, valorizando o trabalho laboratorial, e a resolução de problemas do dia-a-dia permite

aprender a pensar, a desenvolver a criatividade e capacidades científicas, são estratégias e práticas mais desafiantes do que a resolução de dezenas de exercícios que visam assegurar que a repetição compense, no exame, a falta de motivação e de compreensão.

Estamos convencidos que, para aumentar o sucesso na aprendizagem das ciências, nomeadamente da Física, devemos orientar a prática letiva para um ensino que para além de ensinar conteúdos ensine a pensar sobre o que se aprende e a tirar partido dessa aprendizagem no entendimento do mundo que nos rodeia e na resolução de situações do dia-a-dia com que nos confrontamos.

Outro aspeto importante para a promoção de uma aprendizagem de qualidade é a articulação curricular. Apesar de existirem várias perspetivas de articulação curricular, julgamos fundamental que:

- o currículo apresente uma sequência progressiva e interligada entre as diferentes unidades, anos e ciclos que constituem o percurso escolar (articulação vertical);
- a estrutura curricular facilite a interligação entre todas as capacidades, saberes e atitudes, desenvolvidos nas diferentes atividades curriculares, numa perspetiva globalizante e integradora do saber e da experiência (articulação horizontal);
- o desenvolvimento das atividades curriculares tenha em conta a experiência e as conceções prévias dos alunos, para que estes possam dar um sentido ao que aprendem e, ao mesmo tempo, possam tornar funcionais essas aprendizagens, ou seja, possam ser aplicadas e transferidas para novas aprendizagens e para a resolução de situações e problemas.

A problemática deste estudo surgiu com base na experiência da investigadora como professora de Física e Química A dos 10º e 11º anos e de Física do 12º ano.

Da prática docente e da partilha de experiências e reflexões, no âmbito de trabalho colaborativo efetuado com colegas da mesma área disciplinar, constata-se que, em geral, os alunos do 10º ano apresentam lacunas graves a nível de conhecimento, que remetem nomeadamente, para os conteúdos “Circuitos elétricos “ do 3º Ciclo do Ensino Básico (3º CEB). Além disso, reconhece-se que a escola não promove o desenvolvimento de competências relevantes nesta área para a sociedade atual. É de referir, ainda, que se verifica uma fraca transversalidade destes conteúdos ao longo dos dois ciclos de ensino (3º CEB e Ensino Secundário), uma vez que esta temática é trabalhada no 9º ano de escolaridade e retomada apenas na disciplina opcional de Física no 12º ano de escolaridade.

## 1.2. Contextualização do estudo

É hoje, praticamente, inegável a importância do conhecimento científico e tecnológico para o desenvolvimento das sociedades, o que exige que a escola contribua para a formação de cidadãos mais informados, mais motivados e mais capazes para acompanhar este conhecimento, que evolui a um ritmo inimaginável e que marca de forma inequívoca a cultura da sociedade atual. Assim, é necessário proporcionar aos jovens uma educação para a cidadania ativa, para se tornarem cidadãos científica e tecnologicamente informados, possibilitando-lhes analisar e refletir criticamente sobre o mundo e as situações com que se deparam, capacitando-os para se tornarem responsáveis pelas suas escolhas quando tiverem que lidar com aspetos científicos e tecnológicos (Galvão, Reis, Freire, & Faria, 2011). Neste sentido, a literacia científica é fundamental para o exercício amplo da cidadania.

São muitas e variadas as interpretações e conceções do termo “literacia científica”, o que pode levar a pensar que é um conceito difuso. Dependendo da perspetiva em que se trabalha a literacia científica, esta pode ter diferentes interpretações. No entanto, todas se relacionam com a capacidade das pessoas compreenderem a ciência e poderem atuar eficientemente no seu quotidiano, embora tal capacidade possa ser escalonada em diferentes níveis de literacia (Carvalho, 2009).

O *Programme for International Student Assessment* (programa PISA) da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico), em 2003, apresenta a conceção de literacia científica de uma forma bastante ampla:

*“Scientific literacy as the capacity to use scientific knowledge, to identify questions and to draw evidence-based conclusions in order to understand and help make decisions about the natural world and the changes made to it through human activity.”* (OECD, 2003, p. 133)

*“A literacia científica é a capacidade de usar conhecimentos científicos, de reconhecer questões científicas e retirar conclusões baseadas em evidência, de forma a compreender e a apoiar a tomada de decisões acerca do mundo natural e das mudanças nele efetuadas através da atividade humana.”* (OECD, 2003, p. 133)

Perante a constatação, em diversos estudos, da disparidade entre o que parece ser o interesse dos alunos e a convicção da necessidade de uma educação em ciências para todos,

tem vindo a ser incentivada em relatórios internacionais uma nova perspetiva do ensino das ciências (Fensham, 2008; Osborne & Dillon, 2008; Rocard, 2007).

Os principais problemas encontrados e referidos nesses relatórios são semelhantes: o ensino das ciências é, frequentemente, demasiado abstrato, sem suficiente contexto experimental observacional e interpretativo e desligado do dia-a-dia dos alunos; a educação científica não consegue dar suficientes oportunidades para que os jovens desenvolvam simultaneamente a compreensão e o interesse pelos temas científicos, correndo sérios riscos de ser excessivamente factual (Gago, 2004). Outro problema referido é a situação desconfortável de alguns professores, a quem se exige que ensinem matérias nas quais se sentem pouco à vontade e que não dominam (OCDE, 2006), levando-os, frequentemente, a utilizarem uma abordagem tradicional, apoiada apenas no quadro e no discurso, evitando assim métodos mais exigentes como os baseados na investigação/atividades práticas que obrigam a uma compreensão mais profunda e integrada da ciência.

As principais recomendações internacionais apontam para: as vantagens da educação em ciência se iniciar o mais cedo possível; ser contextualizada e relacionada com o dia-a-dia dos alunos; a indispensável renovação da educação científica ser introduzida através da diversificação de práticas pedagógicas, nomeadamente, numa maior implementação do trabalho experimental/laboratorial e de métodos que levam os alunos a investigar por si; a necessidade de formação contínua de professores, designadamente, em novas formas de pedagogia e em novos temas científicos (Fensham, 2008; Gago, 2004; OCDE, 2006; Osborne & Dillon, 2008; Rocard, 2007).

A par da forte convicção de muitos sobre a importância crucial da educação em ciências, vários indicadores como: o desinteresse dos jovens pelo prosseguimento de estudos na área das ciências; os fracos resultados alcançados nas provas de avaliação nacionais, nomeadamente na disciplina de Física e Química A do ensino secundário; e, ainda, o insuficiente desempenho dos alunos de 15 anos nos testes internacionais do *Programme for International Student Assessment* (PISA), têm vindo a preocupar alguns políticos, responsáveis por instituições ligadas à educação e à ciência, bem como, professores. Apesar de Portugal apresentar ainda, nos domínios da matemática e das ciências, pontuações inferiores aos da OCDE, é de referir o progresso que o país obteve entre 2003 e 2012 (Carvalho, Ávila, Nico, & Pacheco, 2011; GAVE, 2007, 2010; OCDE, 2013).

Nas últimas décadas, decisores políticos, investigadores e educadores em ciência têm-se preocupado com os objetivos e níveis de literacia científica de modo a melhorar o desempenho dos sistemas educativos. Neste contexto, teve início em Portugal, no ano letivo

2001/2002 um processo de reorganização curricular do Ensino Básico. Esta reorganização curricular foi legalmente enquadrada no Decreto-Lei nº 6/2001, de 18 de janeiro. No âmbito desta reorganização curricular, surgem o Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais (CNEB-CE) e as Orientações Curriculares para o Ensino Básico, documentos oficiais consistentes com os princípios preconizados na Lei de Bases do Sistema Educativo, publicada em 1986 e revista em 30 de agosto de 2005 (Lei nº 49/2005). Nestes documentos aposta-se, do ponto de vista pedagógico, na envolvimento dos alunos no processo de ensino e aprendizagem, através de estratégias diversificadas.

No CNEB-CE são apresentadas um conjunto de competências (gerais e específicas) consideradas essenciais no âmbito do desenvolvimento do currículo nacional para o ensino básico e são explicitadas também as ações a desenvolver por cada professor, de modo a promover o desenvolvimento de cada competência geral. O mesmo documento advoga o desenvolvimento de competências específicas associadas à literacia científica e argumenta a favor da aprendizagem dos alunos sobre ciência e sobre a sua relação com a tecnologia, a sociedade e o ambiente, considerando que deve possibilitar aos alunos:

*“ Adquirir uma compreensão geral e alargada das ideias importantes e das estruturas explicativas da Ciência, bem como dos procedimentos da investigação científica, de modo a sentir confiança na abordagem de questões científicas e tecnológicas;*

*Questionar o comportamento humano perante o mundo, bem como o impacto da Ciência e da Tecnologia no nosso ambiente e na nossa cultura em geral”*

(DEB, 2001a, p. 129)

Nas Orientações Curriculares para o 3º Ciclo do Ensino Básico para as Ciências Físicas e Naturais (OCCFN) são apresentadas as competências específicas para a literacia científica nos domínios do conhecimento (substantivo, processual e epistemológico), do raciocínio, da comunicação e das atitudes, e os temas organizadores do currículo da área disciplinar Ciências Físicas e Naturais a desenvolver ao longo do 3º CEB: *Terra no Espaço; Terra em transformação; Sustentabilidade na Terra; Viver melhor na Terra.*

O esquema seguinte ( figura 1) apresenta a relação existente entre estes temas gerais.

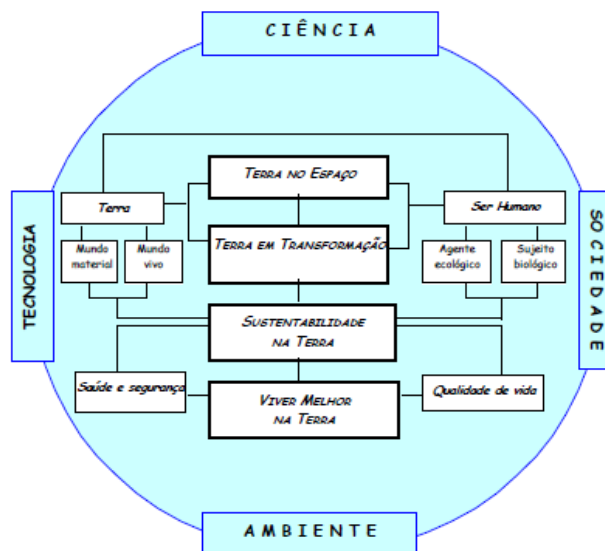


Figura 1- Esquema organizador dos quatro temas do ensino das Ciências no ensino básico (DEB, 2001b, p. 10)

Este esquema salienta a importância de explorar os quatro temas numa perspetiva global, em que a interação Ciência –Tecnologia –Sociedade e Ambiente deveria constituir uma vertente globalizante da organização e da aquisição dos saberes. As competências e os conhecimentos poderão ser valorizados e desenvolvidos pela aprendizagem ativa dos alunos dentro de determinados contextos em que a comunicação, a pesquisa, a observação e a experimentação poderão contribuir para o desenvolvimento da literacia científica tão necessária e de que tanto se fala.

O primeiro tema- *Terra no Espaço* – visa explorar a localização do planeta Terra no Universo e sua inter-relação com este sistema mais amplo, bem como a compreensão de fenómenos relacionados com os movimentos da Terra e sua influência na vida do planeta.

O segundo tema – *Terra em transformação* – foca a aprendizagem em conhecimentos relacionados com os elementos constituintes da Terra e com os fenómenos que nela ocorrem.

Com o terceiro tema - *Sustentabilidade na Terra* – pretende-se que os alunos tomem consciência da importância de atuar ao nível do sistema Terra, de modo a não causar desequilíbrios, contribuindo para uma boa gestão dos recursos existentes e para um desenvolvimento sustentável.

O quarto tema – *Viver melhor na Terra* – explora aspetos inerentes à qualidade de vida, onde a saúde e segurança têm um papel fundamental, tanto numa perspetiva individual como coletiva.

Os temas organizadores referidos estão divididos em unidades e cada unidade em subunidades. A temática circuitos elétricos, que é objeto de estudo nesta investigação, está



inserida no quarto tema organizador - Viver melhor na Terra – na unidade “Sistemas elétricos e eletrônicos” das OCCFN.

Embora o CNEB- CE tenha sido suspenso pelo Despacho n.º 17169/2011 com data de 12 de Dezembro 2011, no decurso deste trabalho, e substituído pelas Metas Curriculares, consideramos que continua a ser pertinente compreender a aplicabilidade que teve.

### **1.3. Finalidades e Objetivos**

Este estudo tem como finalidades investigar possíveis razões subjacentes às fragilidades manifestadas pelos alunos, quando ingressam no ensino secundário, sobre a temática circuitos elétricos, e avaliar o efeito da implementação de uma sequência didática desenhada com a preocupação de contribuir para uma aprendizagem mais significativa sobre o tema.

Procura-se assim dar respostas às seguintes questões de investigação:

*Que razões estão na base das dificuldades apresentadas pelos alunos no 10º ano de escolaridade acerca do tema Circuitos elétricos?*

*Como explorar estes conteúdos no sentido de tornar as aprendizagens dos alunos mais significativas?*

Para dar resposta a estas questões de investigação definiram-se os seguintes objetivos:

- Detetar possíveis ideias informais (pre-concepções) e/ou concepções erradas dos alunos no âmbito do tema circuitos elétricos;
- Averiguar as competências e as dificuldades manifestadas pelos alunos, no âmbito do tema em estudo, designadamente, a nível concetual e a nível laboratorial.
- Detetar possíveis causas que possam contribuir para as fragilidades manifestadas pelos alunos, acerca da temática circuitos elétricos;
- Avaliar o impacto de uma sequência didática baseada no trabalho laboratorial e na aprendizagem significativa dos alunos na área dos circuitos elétricos simples.

## Capítulo II

*“ Todo o pensamento sai do nosso ventre, como o fio da teia. Cada teoria é um acessório da biografia, cada ciência, um braço do interesse.”*

*(Alves, 2003, p. 35)*

### ENQUADRAMENTO TEÓRICO

#### 2.1. Introdução

Este capítulo está organizado em três secções, na primeira fazemos referência à teoria de aprendizagem significativa (2.2), começando por apresentar inicialmente o significado original atribuído por David Ausubel à aprendizagem significativa e, posteriormente, referir diferentes contributos que recebeu este constructo ao longo do tempo. A segunda secção (2.3) é dedicada à importância que as concepções alternativas têm no ensino e na aprendizagem das ciências, nomeadamente, no campo da eletricidade. A terceira é dedicada ao papel desempenhado pelo trabalho laboratorial no processo de ensino-aprendizagem das ciências (2.4).

#### 2.2. Teoria da aprendizagem significativa

**2.2.1.** Aprendizagem significativa na perspectiva de Ausubel e os contributos de Novak e Gowin.

*“A aprendizagem significativa ocorre quando a tarefa de aprendizagem implica relacionar, de forma não arbitrária e substantiva (não literal), uma nova informação a outras com as quais o aluno já esteja familiarizado e quando o aluno adotar uma estratégia correspondente para assim proceder.”*

*(Ausubel, Novak, & Hanesian, 1980, p. 34)*

A sociedade do século XXI lança desafios e mudanças substantivas à formação dos cidadãos e, conseqüentemente, à educação e aos modos de entender e desenvolver os processos de ensino e aprendizagem. A escola enfrenta, entre outros, o repto de impulsionar a formação de cidadãos autónomos, capazes de participar de modo responsável e tomar decisões fundamentadas na vida pessoal, profissional e social, num cenário complexo caracterizado por incertezas e rápidas mudanças.

Algumas das críticas ao ensino tradicional referem-se aos nossos modos de ensinar, que continuam a ser, basicamente, os mesmos de sempre, que não se distinguem, praticamente, dos que conhecemos como alunos, há alguns anos (Palmero, et al., 2010).

Um modelo de ensino onde o aluno tem uma ação passiva, limitando-se frequentemente a ouvir as informações transmitidas pelo professor, insistindo numa aprendizagem mecânica, baseada na memória de conteúdos disciplinares concretos, independentemente do seu sentido e utilidade, pensando principalmente na obtenção de boas classificações em exames de validade muitas vezes questionável, não contribui para o seu desenvolvimento intelectual e não é, com toda a certeza, suficiente para os cidadãos enfrentarem os desafios do presente e as exigências do futuro. Segundo Pérez Gomes (2007, p. 67), as mudanças no âmbito educativo devem ser tão profundas “que convém falar em mudar de visão, de reinventar a escola”. Neste sentido, o mesmo autor considera que nos devemos interrogar sobre o sentido do que fazemos na escola e, a partir daí, começar a olhar de uma outra perspetiva e identificar novas prioridades, novos modos de conceber as relações entre as pessoas, com o conhecimento e com a realidade natural, social e pessoal.

Assim, o ensino deve orientar-se para o desenvolvimento do pensamento, de conhecimentos, de habilidades, de atitudes, de valores e emoções necessários para viver em contextos complexos e conviver com os outros, respeitando e valorizando as diferenças. Na opinião de Pérez Gomes (2007, p. 69), “a aprendizagem de conteúdos disciplinares, que não chegam a fazer sentido para os estudantes, não consegue reconstruir as suas teorias quotidianas, os seus modos habituais de pensar, sentir e agir, poderá ter êxito escolar académico, mas produzirá um grave fracasso educativo, pessoal e social”.

A grande finalidade da aprendizagem formal é que os estudantes tirem dela o máximo proveito para se integrarem do modo mais harmonioso possível no mundo onde vivem, devendo ser voltada para a educação global do ser humano, no sentido de torná-los cidadãos participantes numa sociedade em permanente mudança. Mas, para provocar a ambicionada integração harmoniosa, “a aprendizagem deve ir modificando e acrescentando novos significados acerca do mundo e das experiências de vida” (Moreira & Valadares, 2009, p. 27).

Perante os desafios apresentados pela sociedade moderna, a maioria dos países da OCDE desenvolveu um processo de convergência europeia dos sistemas educativos. Desse processo depreendem-se mudanças substantivas na formação dos cidadãos e, por consequência, nos processos de ensino e aprendizagem, sendo o elemento chave deste modelo educativo a aprendizagem do aluno como eixo estruturante do ensino. Neste contexto, o que se pretende é o desenvolvimento de competências pelo aluno, que incluem entre outros, aspetos relacionados com o aprender a construir conhecimentos significativos (Moreira & Caballero,

2011). Com efeito, aprender é um processo de construção pessoal de significados e, portanto, é fundamental conhecer referenciais teóricos que nos permitam compreender como se constroem conhecimentos, que representações se utilizam para dar significado aos conceitos, entender que processos cognitivos conduzem a uma aprendizagem significativa e como promovê-la. Estes referenciais teóricos devem orientar-nos na procura de estratégias metodológicas adequadas ao processo de ensino e aprendizagem.

A teoria da aprendizagem significativa insere-se numa perspetiva cognitiva de construção do significado que o sujeito atribui ao conhecimento, logo, é uma teoria construtivista, “pois assenta no princípio de que é o próprio ser humano, enquanto organismo, que vai gerindo o produto da sua própria aprendizagem, seja esta qual for.” (Moreira & Valadares, 2009, p. 34).

A origem da teoria da aprendizagem significativa remonta à década de 1960, quando o psicólogo educacional americano Ausubel se propôs conhecer e explicar as condições e características da aprendizagem, de modo a provocar, intencionalmente, alterações cognitivas estáveis, com significado individual e social. É uma teoria psicológica da aprendizagem do ser humano, porquanto se refere aos mecanismos cognitivos através dos quais se processa a aquisição e a retenção de uma enorme quantidade de significados. A teoria “ausubeliana da aprendizagem representou uma primeira tentativa coerente de criar uma teoria de aprendizagem escolar” (Cachapuz, Praia, & Jorge, 2002, p. 110).

Ausubel caracterizou a aprendizagem significativa como o processo segundo o qual se relaciona um novo conhecimento ou uma nova informação com a estrutura cognitiva do indivíduo que aprende de forma não arbitral e substantiva (Cachapuz, Praia, & Jorge, 2002; Moreira, 2000; Moreira & Valadares, 2009). Trata-se de um processo que é substantivo (o significado do conceito ou afirmação que o aprendente relaciona) e, portanto, ocorre de uma forma não literal. E é, ainda, um processo não arbitrário: não se dá ao acaso, já que a interação ocorre com alguns aspetos especificamente relevantes existentes na estrutura cognitiva de quem aprende, os chamados subsunçores, ideias integradoras ou ideias âncora (Ausubel, Novak, & Hanesian, 1980; Moreira, 2000; Moreira & Valadares, 2009; Novak, 2000). O resultado desta interação ativa e integradora é o aparecimento de um novo significado.

Provavelmente a ideia mais importante da teoria de Ausubel e as suas implicações para o ensino e para a aprendizagem podem ser sintetizados nas seguintes palavras da sua autoria:

*“ Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educativa a um único princípio, diria isto: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos.”*

(Ausubel, 1980, folha de rosto)

Para que ocorra uma aprendizagem significativa são necessárias duas condições fundamentais: exige-se que o sujeito tenha uma atitude de aprendizagem potencialmente significativa, isto é, tenha uma predisposição para relacionar o novo material que vai aprender de uma maneira não arbitrária e não literal com a sua estrutura cognitiva, e que o conteúdo seja potencialmente significativo para ele, o que requer que esse conteúdo tenha significado lógico, que seja conceitualmente coerente e se possa relacionar, de forma substantiva e não arbitrária, com ideias relevantes e adequadas, disponíveis na estrutura cognitiva do aprendente (Ausubel, 2003; Moreira & Valadares, 2009; Moreira & Caballero, 2011).

O significado lógico é inerente a certos tipos de materiais, dependendo apenas da “natureza dos materiais”. É um dos pré-requisitos que determina se o material é potencialmente significativo para um determinado aprendente. Outro é a presença de conteúdo apropriado e relevante na sua estrutura cognitiva. A interação entre o novo significado potencial e ideias relevantes e adequadas na estrutura cognitiva do aprendente, origina significado verdadeiro ou psicológico. Em virtude da estrutura cognitiva de cada indivíduo ser única, o significado psicológico é, também ele, necessariamente único, o que não exclui a existência de significados sociais ou significados que sejam partilhados por diferentes indivíduos (Ausubel et al., 1980; Moreira, 2000).

Quando o aluno não dispõe de subsunçores (ideias que os alunos já conhecem, proposições a que atribuem significado, conceitos assimilados e símbolos familiares) adequados e necessários para a aprendizagem significativa de um conteúdo particular, é importante o uso de organizadores avançados que atuem como pontes cognitivas entre o que o aluno já aprendeu significativamente, na escola ou nas suas experiências quotidianas, e o que necessita saber para aprender significativamente as ideias novas introduzidas pelo novo material de instrução. Estes organizadores são materiais introdutórios que antecedem a apresentação da situação de aprendizagem, desempenhando “um papel de mediador, i.e., sendo mais relacional e relevante para o conteúdo particular da tarefa de aprendizagem específica, por um lado, e para o conteúdo mais geral das ideias potencialmente ancoradas, por outro”(Ausubel, 2003, p. 11 ).

A aprendizagem significativa não consiste numa mera junção entre os novos conhecimentos e os que o aprendiz já possui, mas num processo em que os novos conteúdos vão adquirindo significado para o sujeito, com o consequente desenvolvimento cognitivo onde a verbalização e a linguagem simbólica desempenham um papel fundamental, pois os conceitos que uma pessoa aprende e os seus processos de pensamento são profundamente influenciados pela sua cultura particular (Moreira & Caballero, 2011). No processo de aprendizagem significativa vão ocorrendo modificações, tanto da nova informação adquirida como de aspetos especificamente relevantes da estrutura cognitiva, com a qual esta se relaciona.

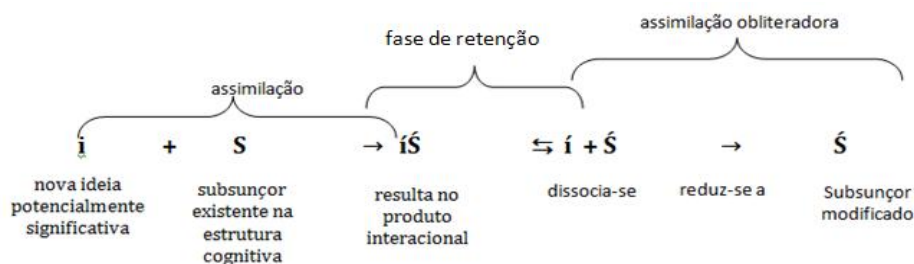
Para explicar o processo de aquisição de significados na estrutura cognitiva, organizada hierarquicamente, Ausubel introduz o princípio de assimilação ou teoria da assimilação, entendida como o processo que ocorre quando uma ideia nova (**i**), potencialmente significativa, é assimilada por um subsunçor (**S**) já estabelecido na estrutura cognitiva, formando um produto interacional (**i'S'**), em que o subsunçor e a nova ideia se influenciam e modificam mutuamente.

Os subsunçores vão progressivamente ficando mais diferenciados, mais elaborados, mais integrados uns com os outros e mais estáveis. (Moreira & Valadares, 2009)

Assim, a aprendizagem significativa não é apenas um processo de assimilação, é, também, o produto do mesmo, isto é, a atribuição de significado à nova informação é acompanhada de um enriquecimento e modificação dos subsunçores, que se tornam mais explicativos, servindo de bases para novas aprendizagens. Consiste, então, num processo de construção e reconstrução das concepções do aluno que se vão enriquecendo gradualmente. Nesta perspetiva, considera-se que o aluno aprende, quando o faz significativamente, a partir do que já sabe. Na aprendizagem significativa, o aluno não é um recetor passivo, muito pelo contrário, constitui o protagonista do evento educativo.

Da nossa experiência constatamos que, mesmo após uma assimilação significativa de um conteúdo, há pormenores que se vão esquecendo com o tempo, a não ser que seja revisitado. Outro aspeto detetado e referido na literatura é a existência de concepções erradas que perduram muito tempo, mesmo após anos de ensino formal. A teoria de Ausubel interpreta estes dois factos (Moreira & Valadares, 2009; Moreira & Caballero, 2011). Durante a fase de retenção o produto interacional (**i'S**) separa-se em **i** e **S**. À medida que o processo de assimilação continua e entra na fase de assimilação, designada por Ausubel de assimilação obliteradora, o produto interacional (**i'S'**) reduz-se simplesmente ao subsunçor modificado (**S'**). Nesta fase a nova informação torna-se espontânea e progressivamente menos separável do subsunçor até deixar de estar disponível como entidade individual diferenciada do

mesmo. Este processo de assimilação obliteradora como uma continuidade natural da assimilação, não significa que o subsunçor volte à sua forma original (**S**). O que resta da assimilação obliteradora é o elemento mais estável do produto interacional, ou seja, o subsunçor modificado (**S'**). A anulação do grau de dissociabilidade corresponde ao esquecimento. O processo completo pode ser representado pelo seguinte esquema, adaptado de (Moreira, 2000, p. 26):

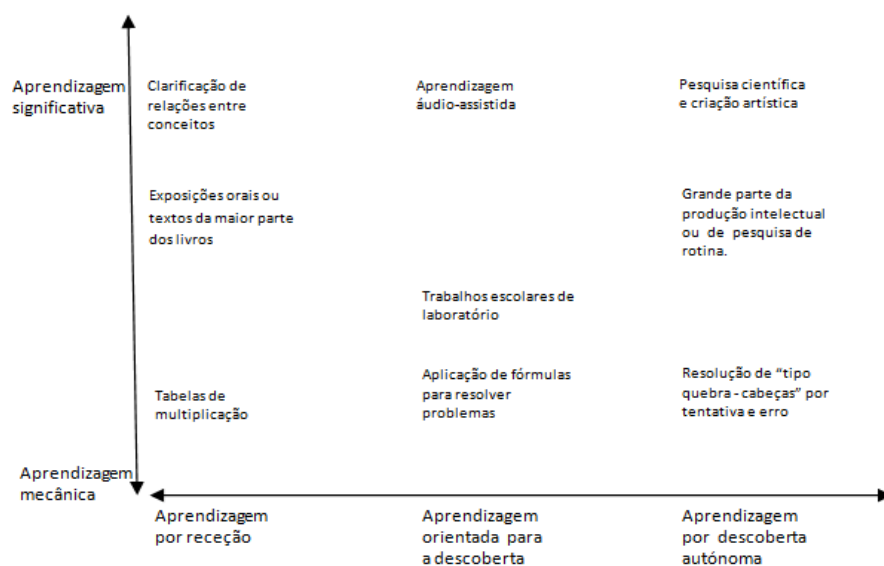


Deste modo, a assimilação obliteradora ajuda a entender as razões pelas quais as ideias confusas que aprendemos espontaneamente de modo significativo, ainda que incorretas, são tão persistentes e difíceis de extinguir.

Em oposição à aprendizagem significativa está a aprendizagem mecânica ou memorística, como sendo aquela em que a nova informação é incorporada, de forma arbitrária e literal, sem estabelecer interação com informações adequadas preexistentes na estrutura cognitiva do aluno. Este tipo de aprendizagem ocorre quando o material apresentado ao aluno não é potencialmente significativo e/ou o aluno adota uma estratégia de internalização das novas informações de uma forma arbitrária e literal, contribuindo muito pouco para o desenvolvimento e enriquecimento do que o aluno já sabe. Contudo, a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica não são dicotômicas. Na realidade, verifica-se uma variação contínua desde uma aprendizagem altamente significativa até uma aprendizagem profundamente mecânica.

Outra ideia defendida por Ausubel é o facto de a aprendizagem ser mais ou menos significativa ou mecânica nada ter a ver com o facto de ser adquirida por descoberta autónoma, por descoberta orientada ou por receção. De facto, um aluno pode assimilar significativamente um assunto, que lhe foi exposto, por receção, sem desenvolver qualquer esforço para o descobrir por si próprio. No caso da aprendizagem recetiva significativa, a tarefa ou o material potencialmente significativo apresentado é tornado significativo durante o processo de internalização. E um estudante pode descobrir por si, através de tentativa e erro, a solução de um quebra-cabeças matemático e não compreender em absoluto como chegou a essa solução. A principal característica da aprendizagem por descoberta é que o

conteúdo essencial daquilo que vai ser aprendido não é dado, mas deve ser descoberto pelo aluno, enquanto na aprendizagem por recepção todo o conteúdo, daquilo que vai ser aprendido, é apresentado ao aluno sob a forma final. Também neste caso há um contínuo entre aprendizagem por recepção e aprendizagem por descoberta. Assim, qualquer aprendizagem está situada algures relativamente às duas sequências contínuas de aprendizagem referidas, mecânica-significativa e aprendizagem por recepção- aprendizagem por descoberta. Esta ideia pode ser representada pelo seguinte esquema (adaptado de Ausubel, Novak, & Hanesian, 1980, p. 21; Cachapuz, Praia, & Jorge, 2002, p. 111; Novak, 2000, p. 58):



A aprendizagem deverá, então, orientar-se no sentido de ser o mais significativa possível e com a máxima autonomia do aprendente, que a irá adquirindo em certos domínios, à medida que se forem construindo quadros de conhecimento nesses domínios mais ricos, o que requer tempo, esforço e disponibilidade do aprendente. Segundo Novak (2000, p. 61), a retenção dos conhecimentos adquiridos significativamente ocorre durante mais tempo do que os adquiridos por memorização. Acrescenta, ainda, que talvez a vantagem mais importante da aprendizagem significativa relativamente à mecânica seja que “as informações apreendidas significativamente podem ser aplicadas numa enorme variedade de novos problemas e contextos”, ou seja, ocorre uma transferência elevada de conhecimentos. Estamos de acordo com Novak, quando afirma que é “esta capacidade de transferibilidade que é necessária ao pensamento criativo”.

Utilizando como critério a organização hierárquica da estrutura cognitiva, a aprendizagem significativa pode ser subordinada, superordenada ou combinatória (Moreira



& Valadares, 2009). O processo de aprendizagem até aqui destacado, segundo o qual uma nova ideia potencialmente significativa adquire de facto significado através da interação com um subsunçor mais geral e inclusivo já existente na estrutura cognitiva, reflete uma relação de subordinação do novo material em relação a segmentos específicos preexistentes da estrutura cognitiva e designa-se por aprendizagem subordinada. Deste modo, a estrutura cognitiva tende a ficar hierarquicamente mais organizada ao nível da abstração e inclusão de ideias.

A aprendizagem superordenada ocorre quando um conceito ou proposição potencialmente significativa mais geral e abrangente que as ideias e conceitos já estabelecidos na estrutura cognitiva, emerge a partir da relação de significados destas ideias e conceitos preexistentes, passando a assimilá-los. Assim, à medida que ocorre a aprendizagem significativa, além da elaboração de conceitos subordinados, é também possível a ocorrência de interações entre esses conceitos que originam, deste modo, outros mais abrangentes. A aprendizagem superordenada ocorre durante o raciocínio indutivo, quando o material apresentado se organiza indutivamente ou envolve sínteses de ideias (Ausubel, Novak, & Hanesian, 1980; Moreira, 2000).

Na aprendizagem combinatória o novo conceito ou proposição não é assimilada por outra já estabelecida na estrutura cognitiva nem é capaz de assimilar outras já existentes. O que acontece é que os novos conhecimentos adquirem significado por interação com a estrutura cognitiva como um todo ou com partes dela e não com algum subsunçor específico.

Quando um novo conceito ou proposição se aprende por subordinação, isto é, por interação e ancoragem num subsunçor, este também se modifica. Quando este mecanismo ocorre várias vezes, o subsunçor vai assimilando, progressivamente, mais conceitos e proposições cada vez mais específicos e, assim, vai ampliando o seu âmbito e abrangência na estrutura cognitiva. A este processo, que ocorre do mais geral para o mais específico e em que os conceitos se vão subsumindo e subordinando outros, chama-se diferenciação progressiva (Moreira & Valadares, 2009). Este mecanismo está quase sempre presente na aprendizagem significativa subordinada. Por outro lado, à medida que os conceitos se vão diferenciando, aumenta a possibilidade de se estabelecerem relações entre subsunçores, pois estes estão cada vez mais ricos, dando origem a novos significados mais gerais. Quando são estabelecidas estas relações entre elementos preexistentes na estrutura cognitiva, ocorre o que Ausubel designa por reconciliação integradora. Estes dois mecanismos relacionados e dinâmicos desenvolvem-se durante a aprendizagem significativa e têm implicações no modo como as ideias são apresentadas aos alunos: se primeiro as mais gerais ou as mais específicas.

Embora Ausubel privilegie o sentido descendente, dado que considera que se deve começar por ideias gerais que se vão progressivamente diferenciando, também admite o mecanismo ascendente, a reconciliação integradora. Assim, o aluno que efetua uma aprendizagem significativa vai do geral para o particular e vice-versa, num processo de organização e hierarquização das novas informações. A aprendizagem significativa torna-se possível porque o aluno comunica com outras pessoas, como colegas e professor, usando a palavra e outros tipos de linguagem, para além de vivenciar, direta ou indiretamente, experiências sobre as quais quer aprender.

Por sua vez, Joseph Novak, seguidor e colaborador de Ausubel, tornou o conceito de aprendizagem significativa, ideia chave da sua teoria de aprendizagem, menos cognitivista e mais humanista, ao considerar que o ser humano faz três coisas: pensa, sente e age. Nesta visão cognitivo-humanista, o aluno não é considerado como “máquina de pensar”, mas como um sujeito cuja intelectualidade está intimamente relacionada com as dimensões afetiva e sensitiva (Moreira & Valadares, 2009, p. 45).

Segundo Novak, a aprendizagem significativa subjaz “à integração construtivista do pensamento, dos sentimentos e ações, levando à capacitação humana de compromisso e de responsabilidade”, o que conduz ao enriquecimento humano (Novak, 2000, p. 13). Deste modo, é reconhecida a influência que tem, não apenas a aquisição de novos conhecimentos, mas também a experiência emocional em qualquer processo de aprendizagem. Para Novak, qualquer acontecimento educativo é uma ação de troca de significados (pensar) e de sentimentos entre alunos e professores, interação sem a qual não ocorre a aprendizagem significativa. Porém, não só é um resultado, mas também um processo no qual se compartilham significados e se estabelecem responsabilidades. Esta ideia é desenvolvida na teoria sobre educação proposta por Gowin.

Outro divulgador da teoria de Ausubel, Gowin abordou esta teoria sob um olhar interacionista social. Este pensador e educador considera a educação como um processo rico em acontecimentos, que muda o significado da experiência humana, através da intervenção com materiais significativos na vida da pessoa, desenvolvendo nela sentimentos e ações. Para Gowin, a aprendizagem é um processo pessoal e idiossincrásico, da responsabilidade do aprendente. Ao contrário, o ensino é um acontecimento social, no qual seres humanos negociam e compartilham significados. É a partilha de significados e a negociação de ideias entre os protagonistas do ato educativo que torna possível a educação. De acordo com Gowin, existe uma relação tríade entre aluno, professor e materiais educativos cujo objetivo é, a partir destes últimos, compartilhar significados. A negociação de ideias entre os atores do acontecimento educativo ocorre num contexto social e é influenciado por este, mas, a

construção de novos significados também influencia o próprio contexto social e permite alterações no significado da experiência. Gowin contribui, a par de Novak, para a valorização educativa da teoria ausubeliana, concebendo um instrumento de meta- aprendizagem designado por “V” do conhecimento.

### **2.2.2. Aprendizagem significativa e outras teorias de desenvolvimento e da aprendizagem.**

É possível estabelecer pontes entre a teoria da aprendizagem significativa e outras teorias do desenvolvimento e da aprendizagem. O conceito de aprendizagem significativa pode, atualmente, considerar-se supra teórico e compatível com outras teorias construtivistas e não apenas com as de Ausubel, Novak e Gowin (Moreira & Valadares, 2009, p. 53).

A teoria da aprendizagem significativa não discute a primazia entre o processo de aprendizagem e desenvolvimento intelectual, pois, como teoria construtivista que é, foca-se essencialmente no modo como o aluno constrói o seu conhecimento. No entanto, segundo Vygotsky (1988, 1998), a maioria das concepções referentes à relação entre aprendizagem e desenvolvimento podem ser reduzidas a três grandes posições teóricas.

A primeira centra-se no pressuposto de que o processo de aprendizagem é independente do processo de desenvolvimento intelectual, sendo “os princípios teóricos extremamente complexos e interessantes de Piaget” (Vygotsky, 1998, p. 104) um exemplo dessa posição. Segundo essa abordagem, o desenvolvimento cognitivo é sempre um pré-requisito que determina e comanda a forma como o aluno aprende.

Uma outra grande posição teórica é a que identifica o processo de aprendizagem com o desenvolvimento.

A terceira posição teórica tenta conciliar os pontos de vista das duas posições anteriores. A teoria de Koffka é referida por Vygotsky (1998, p. 106) como um exemplo dessa abordagem. Segundo esta perspetiva, o desenvolvimento ocorre por dois processos diferentes, embora relacionados e que se influenciam mutuamente. Por um lado, a maturação, que depende diretamente do desenvolvimento do sistema nervoso do indivíduo, e , por outro lado, a aprendizagem do indivíduo, que é, em si mesma, também um processo de desenvolvimento.

O psicólogo e investigador russo Vygotsky demarcou-se destes três marcos teóricos ao formular a sua teoria da zona de desenvolvimento próximo (ZDP). Para este autor, contrariamente a Piaget, o desenvolvimento depende da aprendizagem (o que não implica

que qualquer aprendizagem seja possível em qualquer momento). Mais concretamente, a aprendizagem é uma condição de desenvolvimento desde que se situe na ZDP, que se costuma determinar pela diferença entre aquilo que o aluno é capaz de resolver sozinho (em geral, através da resolução de problemas) e aquilo que ele só é capaz de resolver sob a orientação de outros, professor ou colegas, mais capazes (Cachapuz, Praia, & Jorge, 2002). A designada ZDP “define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão presentemente em estado embrionário” (Vygotsky, 1998, p. 113). Deste modo, o ensino deve possuir um nível de exigência adequado de modo a tirar partido da ZDP do aluno. Todavia, “um bom ensino” não garante uma boa aprendizagem para todos os alunos, pois a aprendizagem é um processo individual, em que cada aluno aprende de acordo com o que é, o que sabe, o que pensa e o que sente. Sendo um processo pessoal, a aprendizagem é muito influenciada por fatores sociais que ultrapassam o ensino e a escola (Moreira & Valadares, 2009).

Vygotsky, ao adotar uma abordagem sociocognitiva, preocupa-se com a influência do contexto social e cultural nos processos de aprendizagem, considerando a interação do indivíduo com o meio social e cultural fundamental para o seu desenvolvimento cognitivo (Cachapuz, Praia, & Jorge, 2002). Para este psicólogo (1998, 2007), os processos mentais superiores (pensamento, linguagem, comportamento voluntário) têm a sua origem nos processos sociais, sendo o desenvolvimento cognitivo a conversão das relações sociais em funções mentais. No entanto, a conversão de relações sociais em processos mentais superiores não é direta, é mediada por instrumentos e signos, isto é, o desenvolvimento ocorre com base na relação homem/mundo mediada por sistemas simbólicos, sendo o indivíduo ativo e interativo e o seu conhecimento construído através de instrumentos e signos inerentes ao meio social e cultura onde este se integra. Um instrumento é, para Vygotsky, “algo que pode servir para produzir o desenvolvimento cognitivo” e um signo “é algo que significa alguma coisa” (Moreira & Valadares, 2009, p. 56). Segundo este investigador, é através da reconstrução interna (internalização) de instrumentos e signos que se dá o desenvolvimento cognitivo. Porquanto, à medida que progressivamente o indivíduo vai utilizando mais signos e aprendendo a utilizar mais instrumentos, mais se vão modificando as operações psicológicas que ele é capaz de efetuar e mais se alarga o leque de atividades nas quais pode aplicar essas novas funções psicológicas. Dado que os instrumentos e os sistemas simbólicos são construções socio-históricas e culturais, o aluno apropria-se destas construções, essencialmente, por via da interação social. A interação social e a aquisição de significados são inseparáveis na perspetiva de Vygotsky. Para ele, o sentido do desenvolvimento não é do indivíduo para o social, mas do social para o indivíduo. Não

deixando de reconhecer a importância essencial que a atividade individual desempenha na aprendizagem, Vygotsky destaca que o indivíduo progride pela apropriação dos significados partilhados e aceites no contexto social e cultural em que se encontra, através das interações sociais, cuja vivência favorece as suas aprendizagens cognitivas. A linguagem é um sistema de signos extremamente importante, na perspetiva Vygotskyana, pois, “para além de ser um instrumento de pensamento, é um fator de desenvolvimento do próprio pensamento ao funcionar como instrumento de mediação psicológica entre os indivíduos e a realidade” onde se integram (Cachapuz, Praia, & Jorge, 2002).

Vygotsky investigou com particular atenção a aprendizagem de conceitos e as relações entre conceitos espontâneos, referidos pelo autor como “conceitos comuns”, e conceitos científicos (2007, p. 215). A aquisição de conceitos espontâneos baseia-se em abstrações realizadas sobre os próprios objetos, enquanto um conceito científico só adquire significado pela relação que estabelece com outros conceitos já existentes, implicando uma reestruturação ou reorganização do sistema concetual. Para este autor, o conhecimento concetual do aluno resulta da interação entre o conhecimento comum e o conhecimento a que tem acesso via instrução. Ao transferir estas ideias para o ensino das ciências, Cachapuz (1995, citado por Cachapuz, Praia, & Jorge (2002, p. 121 e 122), considera que o conhecimento comum do aluno está relacionado com a sua própria visão do mundo, sendo por isso de natureza privada, o que valoriza uma lógica de atributos; o conhecimento concetual resulta de interpretações feitas pela comunidade científica a que o aluno tem acesso (via, fundamentalmente, professor e manuais escolares) e valoriza uma lógica de relações.

Vygotsky indica que a interação entre o conhecimento comum e o científico pode ocorrer por três vias distintas: situação de convergência, interação simbólica e situação de conflito. No primeiro caso ocorre como que uma diferenciação, por continuidade, da realidade individual para uma perspetiva mais abrangente e sistemática. A interação simbólica é o que acontece quando se solicita ao aluno o estudo de um novo domínio concetual. Neste caso, a integração não é dificultada pelo conhecimento comum, uma vez que é mínimo, o que não significa que a aprendizagem se faça sem problemas, podendo a sua origem advir do carácter eventualmente abstrato das novas ideias e/ou falta de pré-requisitos concetuais ou metodológicos. Na situação de conflito, o conhecimento comum e o científico aparecem ao aluno como contraditórios. Assim sendo, a integração é difícil e pode nem sequer ocorrer, levando o aluno a decorar respostas certas, mas vazias de significado (Cachapuz, Praia, & Jorge, 2002), situação com que nos deparamos, frequentemente, na aprendizagem da física.

Ao refletir sobre as ideias de Vygotsky, consideramos que se deve valorizar a vida social na aula, as interações variadas, além do papel mediador do professor na construção dos conhecimentos dos alunos. Neste sentido, é importante a valorização da relação intersubjetiva, solidária, dos alunos, sobre uma dada situação em estudo, como ponto de partida para a construção do conhecimento. Ao mesmo tempo, as propostas de atividades apresentadas aos alunos não devem ser rotineiras, mas com algum grau de desafio respeitando a ZDP dos mesmos.

Tal como na teoria da aprendizagem significativa, também na perspectiva Vygotskyana o aluno é o protagonista do acontecimento educativo.

Haverá outras ideias comuns entre as ideias de Vygotsky e as inerentes à teoria da aprendizagem significativa?

No decurso da aprendizagem significativa ocorre a transformação do significado lógico dos conteúdos a aprender em significado psicológico do aprendente. No entanto, esses conteúdos são constituídos por um conjunto de conceitos e proposições expressos por meio de símbolos, que fazem parte de uma linguagem própria, compartilhada por elementos de uma comunidade. Assim, o processo de transformação do significado lógico em psicológico, que caracteriza a aprendizagem significativa, é comparável ao processo de internalização de instrumentos e signos referido por Vygotsky. A existência de uma estrutura cognitiva prévia adequada (subsúncos relevantes) é o que permite a aprendizagem significativa (relação não arbitrária e substantiva das novas ideias com o conhecimento prévio dos alunos). No entanto, esta aprendizagem não ocorre de modo imediato:, requer o estabelecimento de relações entre significados e muita discussão de ideias, tão característica da perspectiva Vygotskyana (Moreira, 2000, p. 83 e 84). E, ainda, se Vygotsky atribui muita importância à linguagem, Ausubel também realça o seu papel na aprendizagem significativa:

*“ A linguagem é um importante facilitador da aprendizagem significativa por recepção e pela descoberta. (...) Por conseguinte, ao contrário da posição de Piaget, a linguagem desempenha um papel integral e operativo (processo) no raciocínio e não meramente um papel comunicativo. Sem a linguagem, é provável que a aprendizagem significativa fosse muito rudimentar.”* (Ausubel, 2003, p. 5)

Do exposto, faz sentido falar em aprendizagem significativa aproximando-nos de uma visão Vygotskyana de aprendizagem.

A aprendizagem significativa, como já foi referido, é um conceito que pode ser considerado subjacente a outras teorias construtivistas. Assim, como Ausubel fala em subsúncos, outras teorias têm também um constructo básico.

Na teoria de Piaget pode considerar-se que o constructo básico é o esquema de assimilação, que corresponde ao subsunçor ausubeliano. Pode, então, dizer-se que o indivíduo aprende ou elabora novos esquemas, a partir dos esquemas já construídos. A estrutura psicológica em Piaget poderá corresponder à estrutura cognitiva a que Ausubel se refere.

Na teoria de George Kelly o elemento fundamental é o constructo pessoal. Pode considerar-se uma certa analogia entre o sistema de constructos da teoria de Kelly e a estrutura cognitiva da teoria de Ausubel. De certo modo, podem comparar-se os constructos pessoais com os subsunçores que, tanto uns como os outros, desempenham um papel fundamental na aprendizagem significativa, pois são a partir deles que se constroem novos significados (Moreira, 2000; Moreira & Valadares, 2009).

Na teoria de Johnson-Laird, uma das teorias que se enquadra no âmbito da moderna Psicologia Cognitiva, a ideia chave é a de modelo mental, do qual o sujeito constrói novos modelos mentais a partir da recursividade de modelos anteriores, a partir da percepção e de conceitos primitivos (Moreira, 2000)

Na teoria dos campos conceituais de Gérard Vergnaud, a ênfase está no sujeito em situação, na sua forma de organizar a conduta e no seu modo de conceitualização nessa situação específica. Este autor retoma o conceito de esquema proposto por Piaget e que ele redefine como uma “organização invariante da conduta para uma determinada classe de situações” (Vergnaud, 1990, p. 136). Esta teoria requer a análise conceitual da matéria que é objeto em estudo, o que permite decidir as situações mais adequadas que podem proporcionar a conceitualização. Esta consideração relaciona-se com os corpos organizados de conhecimento a que se refere Ausubel. A conceitualização materializa-se nos esquemas, representações mentais que determinam a organização invariante da conduta e que, assim, mostram a estabilidade do conhecimento construído (Palmero, Caballero, Moreira, & Greca, 2008). Na perspetiva de Vergnaud, o conhecimento está organizado em campos conceituais cujo domínio, por parte do estudante, se faz ao longo da aprendizagem e requer bastante tempo. Segundo ele,

*“Campo conceitual é um conjunto informal e heterogéneo de situações e problemas, para cuja análise e tratamento se requerem diversas classes de conceitos, representações simbólicas, operações de pensamento e procedimentos que se entrelaçam entre si durante a sua aprendizagem.”*

(1993, citado por Sahelices, 2009, p. 25)

A ideia de campo conceitual de Vergnaud surgiu do facto de este considerar incongruente abordar separadamente o estudo de conceitos, já que estes não são independentes uns dos outros. A este propósito, Moreira (2002) refere três argumentos que terão conduzido Vergnaud ao conceito de campo conceitual: uma situação não se analisa apenas com um só conceito; um conceito não se constrói a partir de um único tipo de situação; a construção e apropriação de todas as propriedades de um conceito ou todos os aspetos de uma situação é um processo longo, complexo com analogias e mal entendidos entre situações, entre conceções e entre procedimentos.

Os conhecimentos dos alunos são construídos nas situações com que progressivamente se defrontam e dominam. Um campo conceitual é um campo complexo que apenas pode ser dominado pelo aluno se este for confrontado e dominar situações progressivamente mais complexas. É à medida que o estudante vai progredindo num determinado campo conceitual, necessitando para isso de novas conceitualizações, que se dá o seu desenvolvimento cognitivo. Todavia este trajeto é lento, não linear, com continuidades e ruturas. São as situações que dão sentido aos conceitos, mas, para as dominar, o aluno necessita de conhecimentos prévios que ficarão mais elaborados em função das situações em que são utilizados. É esta interação que caracteriza a aprendizagem significativa, numa visão de progressividade e complexidade.

A teoria dos campos conceituais permite retirar importantes implicações para o processo de ensino e aprendizagem, entre elas o papel essencial do professor como mediador, na resolução, por parte dos alunos, de situações cada vez mais complexas, sendo muito importantes nesta função mediadora a linguagem e os símbolos. Os conhecimentos prévios (subsunçores) serão conceitos em construção e os novos conhecimentos de Ausubel seriam as novas situações. Desta interação entre eles resultaria a aprendizagem significativa. A situação adquire, deste modo, uma importância decisiva, sendo uma das tarefas do professor proporcionar aos alunos situações diversas, apresentadas adequadamente dentro da ZDP do aluno que conduzam a uma aprendizagem significativa.

Como já foi referido, um dos fatores determinantes para que ocorra a aprendizagem significativa é a predisposição do aluno para aprender significativamente. Este tipo de aprendizagem pressupõe questionamento e requer uma atitude reflexiva, de quem aprende, face ao processo de ensino e aprendizagem e ao próprio conteúdo, objeto de aprendizagem. Todavia, muitos alunos iludem-se a si próprios ao considerarem que os significados que atribuem a um dado conteúdo são idênticos aos cientificamente aceites, quando, na realidade, o que possuem são noções e ideias vagas sem significado psicológico, logo, sem qualquer possibilidade de transferência para novas situações. Esta atitude leva muitas vezes os alunos



a desistirem da aprendizagem da Física. Então, como desenvolver nos alunos o interesse por uma aprendizagem da Física mais enriquecedora? Muito há a mudar no processo de ensino e aprendizagem. O ensino tradicional deverá ser substituído por um ensino crítico, que favoreça uma aprendizagem crítica. Deste modo, o aluno terá de estar disponível para trabalhar com os materiais de aprendizagem com que se depara em diferentes perspetivas, para negociar ideias com colegas e professor, para duvidar das suas certezas, para encarar o erro como algo natural durante a aprendizagem e tirar partido dele, para reconhecer semelhanças e diferenças entre ideias, para organizar o seu conhecimento, para, afinal, ter uma postura crítica e ativa face à sua aprendizagem. O aluno deve empenhar-se por adquirir significados psicológicos “corretos” e não se limitar a utilizar uma linguagem de modo literal com aparência de conhecimento (Moreira & Valadares, 2009). Todavia, é de referir que esta atitude do aluno face à aprendizagem depende da relevância que este atribui ao novo conhecimento e do processo de ensino a que foi e está sujeito. Este carácter crítico, que deverá ser intrínseco à aprendizagem, foi um contributo importante dado por Moreira (2005) para a teoria da aprendizagem significativa, ao integrar os pressupostos de Ausubel com o que Postman e Weingartner (1969, citado por Moreira, 2005, p. 88) denominaram de “ensino subversivo”. O que Postman e Weingartner criticaram e combateram foi o ensino dogmático, em que existe, sempre, apenas uma só resposta certa e é absolutamente certa. Um ensino de transmissão de conhecimentos aceites, sem questionamento (Moreira, 2010).

Na opinião de Moreira (2010), além de não se terem verificado muitas alterações ao ensino criticado por Postman e Weingartner, ainda foram associadas mais ideias que reforçam uma aprendizagem acrítica. Ideias como, a de que quanto mais informação melhor; que a tecnologia é boa para o homem e está sempre associada ao progresso e à qualidade de vida; que o nível de consumo é sinal de progresso; que a globalização da economia é necessária e inevitável, entre outras, o que, em termos de educação, se traduz na qualidade da educação em função do mercado de trabalho. Tendo que viver numa sociedade com estas características, é fundamental tentar viver nela mas simultaneamente criar um distanciamento em relação à mesma, para a conseguir criticar, contribuindo para que evolua para uma sociedade melhor e mais justa.

É nesta perspetiva que Moreira (2005, p. 87 e 88) entende a aprendizagem significativa crítica como uma aprendizagem significativa que “permite ao sujeito fazer parte da sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela”. É através da aprendizagem significativa crítica que o aluno poderá não ser subjugado pela sua cultura, “pelos seus ritos, mitos e ideologias.”

Aos princípios ausubelianos, em que se baseia a aprendizagem significativa, Moreira acrescenta mais alguns para que a aprendizagem significativa se torne mais crítica no sentido que atrás foi referido. Esses princípios são os seguintes:

- Princípio da interação social e do questionamento - o processo de ensino e aprendizagem deve decorrer na base da interação social que ocorre na aula e fora dela e com base no questionamento. Aprender e ensinar a fazer perguntas em lugar de dar respostas acabadas;

- Princípio da não centralidade do livro de texto - recorrer a diversos recursos e materiais de ensino contribui para a aprendizagem significativa crítica;

- Princípio do aprendiz como perceptor/representador - aprender que somos percetores e representadores do mundo, isto é, o aluno percebe o mundo e representa-o internamente a partir da interação com os acontecimentos e com a experiência passada;

- Princípio do conhecimento como linguagem - a linguagem está longe de ser neutra no processo de perceber e de avaliar as nossas percepções. A linguagem está totalmente envolvida em todas as tentativas do ser humano de perceber a realidade. Aprender uma ciência implica aprender a sua linguagem e, em consequência, falar e pensar diferentemente sobre o mundo;

- Princípio da consciência semântica - é importante que o aluno tome consciência de que o significado está nas pessoas, não nas palavras nem nas coisas a que as palavras se referem. Sejam quais forem os significados que tenham as palavras, eles foram-lhes atribuídos pelas pessoas. No entanto, as pessoas não podem dar às palavras significados que estejam além da sua experiência, pois elas traduzem significados evolutivos acerca das coisas;

- Princípio da aprendizagem pelo erro - os erros devem ser explorados como elementos potenciadores de boas aprendizagens. No entanto, aprender com os erros não é o mesmo que aprender por tentativa e erro, processo que está ligado à aprendizagem mecânica. No âmbito da aprendizagem significativa crítica, “buscar sistematicamente o erro é pensar criticamente é aprender a aprender, é aprender criticamente rejeitando certezas, encarando o erro como natural e aprendendo através de sua superação.” (Moreira, 2010, p. 15);

- Princípio da desaprendizagem - é necessário aprender a desaprender, no sentido de não utilizar o conhecimento prévio que impede que o aluno adquira os significados partilhados referentes ao novo conhecimento. Não significa “apagar” concepções da estrutura cognitiva e substituí-las por outras, o que seria impossível no quadro da teoria da aprendizagem significativa, mas pode consistir no entendimento de diferentes concepções, em contextos distintos e saber utilizar as mais adequadas em cada situação;

- Princípio da incerteza do conhecimento – todo o conhecimento que se constrói tem intrínseca uma incerteza. O nosso conhecimento é construção nossa e, portanto, por um lado, pode estar errado e, por outro, depende de como o construímos;

- Princípio do abandono da narrativa - repetir a narrativa de outra pessoa não estimula a compreensão. O professor deve incentivar e ouvir as interpretações e negociações de significados entre os alunos e intervir quando considerar adequado, trazendo à discussão os significados aceites no contexto da matéria de ensino;

- Princípio da participação ativa do aluno e da diversidade de estratégias de ensino - a aprendizagem significativa crítica assenta no uso das mais variadas estratégias (pluralismo metodológico) que promovam um ensino centralizado no aluno e a sua participação ativa.

### **2.2.3. Síntese**

Resumindo, a aprendizagem significativa é o constructo principal da teoria de aprendizagem de Ausubel. Esta ideia é subjacente a diversas perspetivas que não apenas não a invalidam, como ampliam a sua vigência e contribuem para o seu enriquecimento ao longo do tempo.

O objetivo da troca de significados é a aprendizagem significativa de novos conhecimentos válidos aceites num determinado contexto, isto é, compartilhados numa certa comunidade de utilizadores. Por exemplo, cada conceito físico tem certo significado, que se diz cientificamente correto, mas seria mais adequado dizer cientificamente aceite, ou, melhor ainda, compartilhado pela comunidade dos físicos e outras pessoas que aprenderam física de maneira significativa, sendo esta a comunidade de utilizadores. O objetivo de aprender física de maneira significativa, na escola, é começar a compartilhar significados com essa comunidade. No entanto, a aprendizagem significativa não é sinónimo de aprendizagem cientificamente aceite. Com efeito, um aluno pode adquirir um significado “errado” efetuando uma aprendizagem significativa, isto é, pode atribuir aos conceitos significados que, para ele, implicaram aprendizagem significativa, mas que, no contexto escolar, são errados porque não são compartilhados pela comunidade dos utilizadores. Estas conceções, frequentemente presentes na estrutura cognitiva dos alunos e detetadas em investigações sobre conceções prévias dos alunos, poderiam ser designadas de contextualmente erradas. Este assunto será desenvolvido na próxima secção (2.3).

## **2.3. Concepções alternativas**

### **2.3.1. Concepções alternativas e a perspectiva do ensino por mudança conceitual**

O ser humano, desde criança, ao interagir com diversas realidades, desenvolve ideias e formas de raciocínio que funcionam satisfatoriamente para muitas situações práticas. Deste modo, cada indivíduo é portador de um conjunto de saberes próprios que podem ser construídos a partir das suas experiências vivenciadas, da interação direta ou indireta com outras pessoas e de uma certa apropriação da cultura do grupo a que pertence.

Os nossos alunos levam assim para a aula um conjunto de saberes que construíram para compreender e integrar-se no mundo que os rodeia. A partir da década de 70 do século passado, começou a aparecer em Educação em Ciências um elevado número de estudos que apresentava evidência empírica sobre a construção de pensamento próprio dos alunos sobre fenómenos naturais, antes de acederem ao ensino escolar. Muitas dessas ideias prévias permaneciam após vários anos de escolaridade. Surgia nessa década o movimento das concepções alternativas.

Estes saberes próprios são designados por várias expressões, de acordo com a perspectiva teórica que se adote. No quadro teórico, genericamente designado de construtivista, são designadas de concepções alternativas (CA). O movimento das concepções alternativas teve forte influência do chamado construtivismo humano, fundamentado na teoria de aprendizagem significativa de Ausubel e continuado por Novak e outros seguidores (Marín, 2003), que apresentaram novas propostas didáticas (como, por exemplo, os mapas conceituais e o “V” de Gowin).

É nos anos 80 que se dá a maior explosão dos estudos referentes às concepções alternativas. Importa referir que autores como Driver, Erickson, Gilbert, Gil Pérez, Solomon, Tiberghien, Viennot, entre muitos outros foram dos que mais se evidenciaram neste movimento (Cachapuz, Praia, & Jorge, 2002).

As pesquisas sobre concepções alternativas dos estudantes fortaleceram a visão construtivista no processo de aprendizagem. Nessa visão de aprendizagem, como já foi referido, o aluno é o principal responsável pela construção e (re)construção do seu próprio conhecimento. É reconhecido também que, na perspectiva construtivista, as ideias prévias dos estudantes desempenham um papel fundamental na sua aprendizagem, uma vez que são os seus conhecimentos prévios que filtram, descodificam, assim como, (re)elaboram informações que o indivíduo capta do exterior.

A aprendizagem é assim uma experiência individual, bem como um fenómeno social que não se faz de forma passiva mas sim através da compreensão e da procura de sentido das “coisas”.

Associada ao movimento das concepções alternativas surge uma perspectiva de ensino, ainda que com variantes, genericamente, designado por mudança concetual (EMC). Nas suas diferentes manifestações, este modelo de ensino baseia-se em perspectivas cognitivo-construtivistas da aprendizagem que se focam na atividade do aluno e vai contra a concetualização da aprendizagem centrada na mera aquisição de conhecimentos: não visando apenas uma alteração ou uma mera substituição de um determinado conceito, mas envolvendo uma (re)organização conceptual. A ideia de um sujeito pré-constituído dá lugar à ideia de um sujeito que se constrói, que se auto-regula e auto-transforma à medida que (re)constrói a sua estrutura concetual, que muda a sua maneira de pensar e de observar os fenómenos (Cachapuz et al., 2002).

Ao professor é agora exigido o papel de organizar estratégias intencionais, muitas vezes provocadoras de conflito cognitivo, em que simultaneamente estimula a problematização e a interrogação acerca dos saberes que os alunos já possuem, promovendo a interação e a cooperação entre os alunos e aluno-professor.

Uma das dificuldades do professor é compreender o significado atribuído aos conhecimentos explícitos e, sobretudo, implícitos (não conscientes) dos alunos.

Na ótica do EMC, o papel do erro passa a ser constitutivo da própria situação didática. Neste contexto há que reconhecer a necessidade de errar, para se poder ultrapassar de forma compreensiva a situação, nomeadamente, reconhecendo o porquê do erro, o seu significado e eventuais articulações com os saberes revelados numa determinada situação (Cachapuz et al., 2002).

Segundo Valadares (2004), as estratégias construtivistas e investigativas deverão fazer com que os alunos sejam:

Ativos – para interagirem com o ambiente e os materiais de aprendizagem que lhes são facultados;

Pesquisadores - para explorarem os materiais e o ambiente de aprendizagem que lhes são facultados;

Intencionais - procurando espontaneamente e de boa vontade atingir os objectivos cognitivos;

Dialogantes - envolvidos em diálogo uns com os outros e com os professores;

Reflexivos - articulando o que aprenderam e refletindo nos processos e nas decisões tomadas;

Ampliativos - gerando juízos, atributos e implicações com base no que aprenderam.

O professor deverá proporcionar ambientes construtivistas apropriados que promovam uma boa aprendizagem. Baseando-se nos trabalhos de vários autores (Cunnngham, Duffy and Knuth, 1993, Jonassen, 1994, Savery & Duffy, 1995) e no seu próprio trabalho, Valadares (2004) refere algumas caraterísticas de bons ambientes construtivistas que a seguir se indicam:

- Põem a ênfase na construção do conhecimento e não na sua reprodução com base na memória;
- Privilegiam as tarefas dos alunos em contextos significativos em vez de apresentações abstratas do professor descontextualizadas;
- Privilegiam as situações reais e do dia a dia em vez das sequências do ensino rígidas e pré – determinadas;
- Propiciam múltiplas representações da mesma realidade e não uma só;
- Fomentam a reflexão crítica constante dos alunos durante as suas atividades;
- Propiciam atividades dependentes do contexto e do conteúdo e têm em conta os estilos de aprendizagem dos alunos;
- Estimulam a construção colaborativa do conhecimento e não a competição individual pela classificação;
- Privilegiam a avaliação formadora, que deve estar voltada não só para a regulação da aprendizagem de cada aluno como também para a reflexão, autoavaliação e autocorreção da própria aprendizagem;
- São agradáveis e proporcionam boas relações interpessoais;
- São motivadores e responsabilizadores dos alunos pelas suas aprendizagens.

O professor tem de empenhar-se em atividades cognitivamente estimulantes para os alunos, contribuindo para o exercício de pensar. Importa referir que tem ao seu dispor alguns “instrumentos” de trabalho que o podem ajudar, bem como aos alunos, em tal tarefa, devendo ser encarados como meios e não como fins em si. De entre esses “instrumentos” um é o trabalho prático (experimental/laboratorial, entre outros), considerado, por nós, muito importante e que mais à frente será abordado.

Importa referir que o impacto do EMC, a nível do trabalho desenvolvido pelos professores, foi limitado. Razões de ordem externa e interna ao modelo estiveram na base da fragilidade do EMC. Para além da falta de formação de professores, trata-se de uma perspetiva de ensino que tende, a sobrevalorizar os conceitos, os domínios metodológicos e estratégias metacognitivas, desvalorizando finalidades educacionais e culturalmente

relevantes, ligadas às atitudes, valores, interesses e necessidades pessoais dos alunos (Cachapuz et al., 2002).

### 2.3.2. Concepções alternativas e dificuldades de aprendizagem no âmbito dos circuitos elétricos simples

A eletricidade é uma das áreas da Física que mais estudos possui referentes a dificuldades de aprendizagem. Estes estudos investigam dificuldades conceituais, concepções alternativas e a linguagem que os alunos costumam apresentar na abordagem do tema “circuitos elétricos simples”.

A necessidade de adequar as estratégias de ensino às ideias prévias dos alunos exige que as tenhamos de diagnosticar. E diagnosticar não apenas as já existentes antes da escolarização, mas também as que se articulam com o desenvolvimento do ensino formal que talvez tenham sido por ele reforçadas ou até induzidas de modo não intencional.

As CA no estudo dos fenômenos elétricos têm sido objeto de numerosos trabalhos de investigação (Driver, Guesne, & Tiberghien, 1992; Duit & Rhöneck, 1998; Solano, Gil, Pérez, & Suero, 2002).

As dificuldades mais comuns identificadas no estudo dos circuitos elétricos são referentes aos conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial elétrico e resistência elétrica. Algumas das dificuldades mais comuns, encontradas na revisão da literatura efetuada são indicadas a seguir:

*Modelo concetual fonte - consumidor:* A pilha é entendida como fonte de corrente e a lâmpada como um elemento consumidor da corrente. Isto é, materializa-se a energia elétrica;

*Modelo concetual unipolar:* a corrente sai do terminal positivo da pilha para a lâmpada, onde é totalmente consumida. Assim, não há corrente no fio de retorno, este não é necessário ou tem apenas a função de segurança;

*Modelo concetual de choque de correntes:* a corrente flui dos dois polos da pilha/bateria para a lâmpada;

*Modelo concetual de atenuação:* a corrente flui num só sentido, ao passar pelos vários elementos do circuito, vai sendo consumida nestes, chegando reduzida quando atinge de novo a pilha. Para os alunos não há conservação da corrente, explicando assim o gasto da pilha ao fim de certo intervalo de tempo;

*Modelo concetual de participação:* a corrente distribui-se equitativamente por todos os elementos que integram um circuito ramificado;

*Ausência de raciocínio sistêmico:* Na análise de um circuito, o que acontece a um componente depende do que acontece no componente anterior e não devido à configuração geral do circuito.

Os alunos centram a sua atenção sobre um ponto do circuito ignorando o que acontece no resto do circuito. Um exemplo de raciocínio local é considerar uma bateria/gerador como uma fonte de corrente constante e não como uma fonte de tensão constante. A bateria assim considerada fornece uma corrente constante, independente do circuito a que está ligada (Duit & Rhöneck, 1998).

No quadro 1 é apresentada uma síntese das dificuldades conceituais e CA mais comuns encontradas na literatura sobre corrente contínua e circuitos elétricos simples.

Conceitos	Dificuldades conceituais	Concepções alternativas dos alunos
Corrente Elétrica	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Compreender que a intensidade da corrente elétrica num circuito depende das características da fonte, mas também da resistência equivalente do sistema ligado aos seus terminais.</li> <li>2. Considerar a conservação espacial da corrente elétrica.</li> <li>3. Dificuldades em reconhecer que a intensidade da corrente elétrica não depende da ordem em que se encontram os elementos no circuito nem do sentido da corrente.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a) Tendem a ver a bateria como uma fonte de corrente constante.</li> <li>b) Pensam que a corrente é consumida nos elementos do circuito.</li> <li>c) Acreditam que a ordem dos elementos no circuito e o sentido da corrente elétrica são relevantes.</li> <li>d) Consideram que a fonte fornece os portadores de carga responsáveis pela corrente elétrica no circuito.</li> </ol>



Diferença de potencial	<p>1. Distinguir os conceitos de diferença de potencial e de corrente elétrica.</p> <p>2. Distinguir os conceitos de diferença de potencial e de potencial elétrico.</p> <p>3. Reconhecer que uma bateria ideal mantém uma diferença de potencial constante entre os seus terminais.</p> <p>4. Calcular a diferença de potencial entre dois pontos de um do circuito.</p>	<p>e) Consideram a bateria ideal como uma fonte de corrente constante, em vez de uma fonte de tensão constante.</p> <p>f) Entendem a diferença de potencial como uma propriedade da corrente elétrica.</p> <p>g) Explicam frequentemente o funcionamento dos circuitos com base apenas na corrente elétrica, não sendo entendido como consequência da diferença de potencial.</p> <p>h) Consideram que o valor das diferenças de potencial entre quaisquer dois pontos ao longo do circuito é o mesmo.</p>
Resistência Elétrica	<p>1. Distinguir resistência equivalente de uma parte do circuito e a resistência elétrica de um elemento individual.</p> <p>2. Perceber que a resistência equivalente é uma abstração útil para obter a corrente total ou a diferença de potencial em uma parte do circuito.</p> <p>3. Compreender que a divisão da corrente elétrica num ponto de junção do circuito depende da configuração do circuito.</p> <p>4. Identificar associações em série e em paralelo, e distinguir as suas consequências no circuito.</p>	<p>i) Consideram que a corrente se divide igualmente num nó pelos diferentes ramos, independentemente do valor das resistências que se encontram em cada ramo.</p> <p>j) Pensam que resistências alinhadas estão associadas em série quer haja um nó ou não entre elas e que resistências colocadas geometricamente em paralelo estão associadas em paralelo mesmo que haja uma bateria num dos ramos .</p>

Quadro 1 – Síntese das dificuldades conceptuais e das concepções alternativas identificadas na literatura relativamente a circuitos simples de corrente contínua (adaptado de Dorneles, Veit, & Moreira, 2006).

A persistência das dificuldades e concepções alternativas são indicadores de que o professor deve valorizar o pluralismo metodológico, diferenciando métodos e estratégias de ensino de modo a tornar as aprendizagens significativas e procurando aproximar os modelos conceituais dos alunos aos modelos conceituais usados pela comunidade científica.

Alguns autores consideram que as concepções alternativas não são eliminadas, permanecem na estrutura cognitiva do sujeito, o que está de acordo com a teoria da aprendizagem significativa.

De acordo com Moreira & Greca (2003), à medida que ocorre a aprendizagem significativa, ocorre o desenvolvimento conceitual e aumenta a diferenciação entre significados. No entanto, os significados anteriormente estabelecidos não são substituídos ou eliminados: estes podem ser cada vez menos utilizados, mas continuam, todavia, presentes na concepção que evolui (ficando mais rica). De acordo com esta visão, pode dizer-se que as pessoas que possuem uma educação científica são aquelas que possuem e partilham significados cientificamente aceites e, conscientemente, os distinguem dos que não são aceites no contexto da ciência.

## **2.4. Trabalho Laboratorial**

Ao longo dos tempos, a forma e os objetivos desempenhados pelo trabalho laboratorial têm sofrido profundas alterações, sendo estas mais ou menos cíclicas.

Atendendo a que os termos, “trabalho prático”, “trabalho experimental” e “trabalho laboratorial”, são vulgarmente utilizados, indiscriminadamente, por diferentes intervenientes na educação em ciências, parece-nos pertinente clarificar estes três conceitos.

Neste trabalho assumiremos a concepção proposta por Hodson (1988) e adotada por Leite (2001). Assim, o conceito de “trabalho prático” é o mais abrangente por incluir todas as atividades onde o aluno participa ativamente. Neste sentido, podemos incluir, no trabalho prático, atividades laboratoriais, resolução de exercícios e problemas de papel e lápis, trabalhos de pesquisa, utilização de *software* de simulação, elaboração de um questionário para recolha de dados, etc. O “trabalho laboratorial” inclui atividades onde são utilizados materiais de laboratório e, em geral, são realizados em laboratório, podendo ser também realizados numa sala tradicional, desde que se respeitem as condições de segurança.

Consideram-se “Trabalho experimental” as atividades que envolvem manipulação e controlo de variáveis, podendo ser laboratoriais ou outras atividades práticas.

Segundo Leite (2001), ao citar Wellington (1998) a defesa da utilização do trabalho laboratorial, assenta, fundamentalmente, em três tipos de argumento: cognitivos, afetivos e associados a capacidades/habilidades.

Segundo Hodson (1993), as “atividades laboratoriais têm a potencialidade de permitir motivar os alunos (o que suporta os argumentos de natureza afetiva), reforçar a aprendizagem de conhecimento concetual (o que apoia os argumentos de natureza cognitiva), ensinar “*skills*” laboratoriais e metodologia científica e desenvolver atitudes científicas (o que sustenta argumentos relacionados com capacidades/habilidades)” (Leite 2001, p. 85).

Pese embora os alunos, frequentemente, gostarem das atividades laboratoriais, isso não é suficiente para que os objetivos de natureza cognitiva sejam atingidos. Mesmo os alunos que referem gostar de atividades deste tipo, muitas vezes, não compreendem o trabalho realizado e as observações efetuadas. Não questionando a importância que estas atividades têm no desenvolvimento de capacidades/habilidades, põe-se em causa a mobilização destas na resolução de situações noutras áreas do saber e em outros contextos.

As atividades laboratoriais podem desempenhar um papel fundamental na alteração das conceções prévias dos alunos no processo de construção do conhecimento, promovendo mudança/desenvolvimento concetual. Devem propor-se situações problemáticas capazes de gerar insatisfação, contrastando com as ideias prévias dos alunos, incentivando-os e estimulando-os cognitivamente a aderir a novas conceções com maior capacidade explicativa e poder preditivo. Este tipo de atividade, denominada prever-observar-explicar (POE), é um recurso didático que alia a observação à atividade cognitiva.

As POE iniciam-se com uma questão, reportada a uma situação física, para a qual é pedida uma previsão, e o registo da mesma, bem como os seus fundamentos. Assim, o aluno é estimulado a pensar no que ocorre se um dado acontecimento for provocado, ou sobre a explicação sobre um determinado fenómeno. De seguida, realizará observações que lhe permitam testar as suas previsões, confrontando o que observou com a sua previsão. Por fim, terá de explicar o que aconteceu, sobretudo se houver discrepâncias entre as observações e a previsão.

Algumas atividades laboratoriais podem contribuir para ultrapassar as dificuldades de aprendizagem existentes, não só pelo tipo de interpretações realizadas que exigem, mas também porque possibilitam a discussão entre os próprios alunos. A linguagem utilizada por estes, aquando das interpretações e explicações que fazem, ajudam o professor a detetar as dificuldades a ultrapassar (Cachapuz et al., 2002). Estamos, assim, longe de uma perspetiva confirmatória ou verificatória do trabalho laboratorial.

Apesar da importância atribuída pelos currículos atuais dos 3º CEB e ES, ao trabalho laboratorial, este continua a ter um baixo grau de abertura, a ser utilizado predominantemente para confirmação de conteúdos previamente lecionados e a exigir pouco envolvimento da parte dos alunos. As atividades laboratoriais continuam, frequentemente, a assumir a forma de receitas e a existir um excesso de preocupação na obtenção daquilo que se poderia designar por resposta correta, normalmente de natureza quantitativa, quando as condições laboratoriais não o permitem.

Apesar de não existir consenso relativamente aos objetivos que realmente se atingem com o trabalho laboratorial desenvolvido nas escolas, defendemos que, para atingir um determinado objetivo, a atividade laboratorial deve ser bem pensada, e integrada com a teoria.

A qualidade do trabalho laboratorial passa pela utilização diversificada de atividades (propostas mais ou menos abertas) cuidadosamente selecionadas tendo em vista os objetivos a atingir, mas também pela avaliação da consecução destes objetivos (Leite, 2001).

## Capítulo III

### METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

#### 3.1. Introdução

No presente capítulo, pretendemos apresentar e fundamentar as opções metodológicas que orientaram este estudo. Assim, este terceiro capítulo inicia-se com a descrição da natureza do estudo realizado, tendo em conta as finalidades do mesmo e as questões às quais procurámos dar resposta (secção 3.2). De seguida, na secção 3.3, é apresentada uma caracterização geral dos participantes no estudo, terminando com uma breve descrição da escola onde se desenvolveu a investigação. Posteriormente, apresentam-se e justificam-se as técnicas e instrumentos da recolha de dados utilizados (secção 3.4) e passa-se à descrição da proposta de intervenção didáctica, relatando o modo como todo o trabalho foi preparado e desenvolvido (secção 3.5). O capítulo termina com a apresentação dos métodos utilizados no tratamento e análise dos dados (secção 3.6).

#### 3.2. Natureza do estudo

A metodologia a adotar, em qualquer trabalho de investigação, deve ser definida em função da natureza da realidade em análise e do problema ou questão que se pretende investigar. Assim, o que nos pode levar a optar por uma determinada metodologia não é simplesmente uma razão de carácter pragmático (como a preferência por determinada técnica ou procedimento), mas, sim, a ponderação da natureza “objetiva”, ou “subjéctiva” do objeto a investigar, dos propósitos que se pretendem alcançar com a pesquisa e do conjunto de dados empíricos a recolher. Segundo Bell (2004, p. 20), “ A abordagem adotada e os métodos de recolha de informação seleccionados dependerão da natureza do estudo e do tipo de informação que se pretende obter”.

O investigador, por meio da sua reflexão e das decisões que continuamente deve tomar, é responsável pelos caminhos seguidos no processo de construção do conhecimento, não existindo uma sequência rígida de etapas e procedimentos a serem obrigatoriamente seguidos e executados. A este respeito Pardal e Lopes (2011, p.14) afirmam que:

*“Uma investigação social não é uma sucessão de etapas estereotipadas ou estabelecidas que se cumprem numa determinada ordem imutável: as opções, a construção e organização de processos, compondo um modelo de análise particular,*

*variam em função da natureza e da especificidade do objeto de estudo, conforme a acuidade e imaginação do investigador (...)*”.

A discussão sobre os métodos de investigação em ciências sociais e, consequentemente, na educação, não é recente e repercute a existência de diferentes perspectivas conceptuais e metodológicas, em termos de produção e legitimação do conhecimento. Embora tais perspectivas tenham como objetivo comum conhecer a realidade social, o facto é que o debate se concentrou fundamentalmente em torno de duas orientações distintas. Por um lado, os modelos de investigação e conceção científica de natureza experimental, de visão positivista, que se evidenciaram no desenvolvimento das ciências naturais e que viriam a adquirir, durante um longo período de tempo, a hegemonia da cientificidade. Por outro lado, os modelos metodológicos de investigação, de natureza hermenêutica e fenomenológica, também frequentemente denominados por interpretativos e qualitativos, que se preocupam em indagar o significado dos fenómenos nos contextos em que ocorrem e que os condicionam (Pérez Gomez, 1993).

A questão, que está por detrás destas diferentes tradições investigativas, assenta na discussão da natureza do facto social, que, segundo Pardal & Lopes (2011), se pode resumir ao seguinte: sendo o ser humano possuidor de uma vontade e de liberdade, será possível existirem regularidades nos fenómenos sociais? Poderão os factos sociais ser metodologicamente tratados como coisas? Serão as estruturas sociais independentes dos indivíduos?

A resposta a este tipo de questões e o modo como se articulam indicam o paradigma metodológico que norteia a investigação.

O paradigma positivista, também designado por paradigma racionalista e hipotético-dedutivo, tem como objetivo central a explicação de fenómenos com o desejo de formular leis gerais. Procura adotar o modelo das ciências naturais, impulsionado pelas ideias de Augusto Comte, à investigação em ciências sociais e, consequentemente, à investigação em educação. Assim, a investigação parte da teoria, começa por formular hipóteses que, seguidamente, serão submetidas à confrontação empírica sob rigoroso controlo de variáveis. Segundo Morgado (2012, p.13), este modelo “persegue a construção de um conhecimento causal com vista à formulação de leis, fundamentadas nas regularidades observadas e que permite a previsão do comportamento dos fenómenos.” A relação investigador-objeto procura ser de independência evitando o mais possível a interação entre ambos, permanecendo neutro, para se obter a indispensável objetividade (Coutinho, 2011; Guba, 1985).

Em termos metodológicos, adotam-se procedimentos de carácter essencialmente quantitativo, daí o serem frequentemente referidos só como metodologia quantitativa.

Na opinião de Erickson (1989, p. 212), o objeto da investigação desenvolvida à luz deste paradigma é concebido em termos de comportamento observável, no sentido de que “o que conta é o juízo do investigador acerca do que significa uma conduta observável e não as definições do significado dos próprios atores”.

O paradigma fenomenológico-interpretativo, também intitulado por naturalista, em grande parte confundido com a investigação qualitativa por privilegiar o recurso a estratégias metodológicas de índole qualitativo, emerge associado às críticas feitas ao paradigma positivista e insere-se numa corrente interpretativa cujo interesse se centra no estudo da compreensão dos significados das (inter)ações humanas e da vida social (Morgado, 2012).

Atualmente, a maioria dos autores identifica, além dos paradigmas anteriores, um terceiro paradigma na investigação em educação - o paradigma crítico, o que, de algum modo, veio contribuir para atenuar a tendência dicotómica que se vinha consolidando entre positivistas e naturalistas.

Partindo da ideia de que a ciência social não é nem só empírica nem só interpretativa, surge o paradigma crítico que associa a ideologia e a autorreflexão crítica aos processos de construção do conhecimento. Entende-se assim que, no paradigma crítico, apesar das semelhanças conceptuais e metodológicas com o paradigma interpretativo, os investigadores integrem a dimensão ideológica com o propósito de não se limitarem a descrever e a compreender a realidade mas de intervirem nela, orientando o conhecimento tanto para a emancipação e liberdade de cada ser humano, como para a transformação dos contextos em que vive.

Da análise, ainda que muito sucinta, dos três paradigmas anteriores, ressalta que não existe consenso quanto à natureza do conhecimento científico em educação nem quanto aos processos de construção do mesmo.

A grande complexidade das situações educativas e o facto delas serem vividas por atores humanos com grande variedades de intenções e significados explica (ou pode explicar) a diversidade de modelos propostos que, regra geral, se enquadram nos paradigmas de investigação em educação atrás referidos, aproximando-se de abordagens metodológicas de carácter quantitativo e/ou qualitativo.

Inspirada no paradigma positivista, a pesquisa quantitativa centra-se na análise de factos e fenómenos observáveis e em variáveis comportamentais ou socioafetivas passíveis de serem medidas ou relacionadas, no decurso do processo da investigação empírica. O objetivo desta linha de investigação é a procura da eficácia e o desenvolvimento de

generalizações que contribuam para aumentar o conhecimento e permitam prever, explicar e controlar fenómenos. O investigador quantitativo, preocupado com questões de objetividade, deve assumir uma atitude neutra e de distanciamento de modo a comprovar estatisticamente as hipóteses e a contribuir para a relação causal do processo-produto (Coutinho, 2011).

A investigação baseia-se na teoria, consistindo frequentemente em testar, verificar, comprovar teorias e hipóteses, sendo utilizado um plano de investigação estruturado e estático (Guba, 1985).

Apesar de diversos autores referirem não ser fácil uma definição para a investigação qualitativa e existirem dúvidas quanto ao rigor científico, nesse tipo de investigação, Bogdan & Bilken (1994) consideram que a investigação de índole qualitativa possui cinco características básicas:

- o ambiente natural é a fonte direta de dados e o investigador o instrumento principal. Esta pesquisa pressupõe o contacto direto e prolongado do pesquisador com a situação, onde os fenómenos ocorrem e que estão a ser estudados, frequentemente através do trabalho intensivo de campo. A justificação para este contacto direto é a de que os fenómenos são muito influenciados pelos seu contexto;

- os dados recolhidos são, sobretudo, descritivos. A abordagem qualitativa exige que o mundo seja examinado considerando que tudo tem potencial para constituir uma pista que possibilite estabelecer uma compreensão mais esclarecedora do objeto de estudo;

- os investigadores qualitativos estão mais interessados no processo do que nos produtos. O interesse do investigador ao estudar um determinado problema é verificar como ele se manifesta nas atividades, nos procedimentos e nas interações do quotidiano;

- os dados tendem a ser analisados de forma indutiva. A preocupação do investigador não se centra em procurar evidências que comprovem hipóteses definidas à priori. As abstrações controem-se ou consolidam-se a partir da análise dos dados;

- os investigadores qualitativos interessam-se, principalmente, em tentar compreender o significado que os participantes dão às suas experiências. Ao apreender as perspetivas dos participantes, a investigação qualitativa tenta compreender a dinâmica interna das situações, dinâmica esta que se torna praticamente invisível para um observador exterior.

Segundo os mesmos autores, nem todos os estudos considerados qualitativos evidenciam estas características de igual modo podendo, inclusivamente, alguns deles não possuírem uma ou mais dessas características.



O objeto de estudo na investigação qualitativa não são os comportamentos, trata-se antes de investigar ideias, de descobrir significados nas ações individuais e nas interações sociais a partir da perspectiva dos participantes no processo (Coutinho, 2011; Erickson, 1989).

Stake (2012, p. 52) assinala três diferenças principais entre a perspectiva qualitativa e quantitativa da investigação: “(1) a distinção entre explicação e compreensão como objetivo de investigação; (2) a distinção entre o papel pessoal e impessoal para o investigador e (3) a distinção entre o conhecimento descoberto e o conhecimento construído”. Para este autor, a distinção não está diretamente relacionada com a diferença entre dados quantitativos e dados qualitativos, mas sim na diferença entre procurar causas, privilegiando a explicação e o controlo, versus procurar acontecimento, privilegiando a compreensão das complexas inter-relações entre tudo o que existe.

Alguns autores rejeitam a dicotomia entre metodologia qualitativa e metodologia quantitativa e sustentam a existência de um contínuo entre estes dois tipos de investigação (Coutinho, 2011).

Ambas as abordagens apresentam potencialidades e limitações, podendo coexistir num processo de investigação, como comprovam inúmeros estudos. Outros autores, como, por exemplo, Flick (2009), Pardal & Lopes (2011) e Yin (2005), salientam a relevância de utilizar, em alguns métodos de investigação, simultaneamente, dados numéricos e dados qualitativos. A existência de dados qualitativos e quantitativos, na mesma investigação, vai no sentido de olhar para estas metodologias como complementares e não como rivais ou opostas.

Com a finalidade de dar resposta às questões de investigação e perseguir os objetivos da mesma, mencionados no ponto 1.3 do capítulo I, delineámos e implementámos, como estratégia de investigação, um estudo de caso predominantemente qualitativo com a contribuição de aspetos quantitativos, aplicado a uma turma do 10º ano do curso de ciências e tecnologias do ensino secundário.

O estudo de caso tem tido uma influência considerável na investigação educativa e no desenvolvimento das ciências sociais contemporâneas, tanto pela frequência com que é utilizado, como pelas distintas técnicas de recolha e análise de dados empregues, tanto qualitativos como quantitativos (Cohen & Manion, 2002).

A característica que melhor identifica e diferencia o estudo de caso é o facto de se tratar de um plano de investigação que envolve o estudo profundo e detalhado de uma identidade

bem definida: o “caso” (Coutinho & Chaves, 2002). O caso pode ser quase tudo: uma pessoa, uma instituição, uma disciplina, um sistema educativo, um acontecimento, um programa, uma política ou qualquer outra unidade social.

Um dos aspetos que os estudos de caso têm em comum é a dedicação ao conhecimento e descrição do particular e específico como legítimo em si mesmo, logo o investigador não está preocupado com a generalização. Na opinião das autoras Lüdke e André (1986, p. 17), quando pretendemos “estudar algo singular que tenha um valor em si mesmo, devemos escolher o estudo de caso”. Nos estudos de caso, a intenção do investigador vai, ou pode ir, para além do conhecimento desse valor intrínseco do caso, procurando concetualizar, comparar e construir hipóteses; porém, o ponto de partida desse processo é a compreensão das particularidades do caso em estudo.

Stake (2012, p. 11) salienta também a ideia de que se espera “que um estudo de caso consiga captar a complexidade de um caso único”.

Yin (2005, p. 32-33) entende que o “estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenómeno contemporâneo dentro do seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenómeno e o contexto não estão claramente definidos” e baseia-se em múltiplas fontes de evidência. É uma estratégia de investigação que não deve deixar de ter uma orientação teórica, que conduza o investigador na recolha e análise de dados.

Um outro aspeto que caracteriza o estudo de caso é a multiplicidade de abordagens metodológicas que pode admitir. Alguns autores acreditam que o estudo de caso é qualitativo. O estudo qualitativo desenvolve-se numa situação natural, é fértil em dados descritivos, tem um plano aberto e flexível e foca a realidade de forma complexa e contextual (Lüdke & André, 1986). Assim, os estudos de caso, em educação, podem ser qualitativos, quantitativos ou de carácter misto.

Os estudos de caso podem ter várias intenções. Como estudos de investigação, podem ser essencialmente exploratórios, fornecendo informação preliminar acerca do respetivo objeto de estudo. Podem ser fundamentalmente descritivos, isto é, descrever pormenorizadamente como é o caso considerado. E, por fim, podem ser analíticos, visando problematizar a situação, confrontando-a com as teorias existentes, podendo assim ajudar a gerar novas teorias e novas questões para futura investigação (Ponte, 2006).

Também, tendo em consideração os objetivos do estudo, Stake (2012, p.18-19) identifica três tipos de estudo de caso: intrínsecos, instrumentais e coletivos.

No estudo intrínseco, o interesse principal recai sobre a compreensão do caso particular.

No estudo de caso instrumental, o objetivo fundamental é a compreensão mais clara e global de uma problemática ou fenómeno, através da compreensão do caso particular. Nesta situação o caso é o veículo/instrumento para o conhecimento e a compreensão mais profunda de um problema ou temática.

No estudo de caso coletivo, o investigador estende o caso instrumental a vários casos simultaneamente para, pela comparação, obter um conhecimento mais profundo sobre o fenómeno estudado.

De acordo com Yin (2005, p.24-25) o estudo de caso será uma abordagem adequada quando as questões de investigação não são do tipo “quem?”, “quantos?”, mas sim “como?” e “porquê?”.

Este tipo de estudo é, muitas vezes, criticado por não permitir a generalização dos seus resultados (validade externa). Referindo-se a um único caso, nada se pode dizer sobre as semelhanças ou diferenças com outros casos, nem sobre a frequência de uma ou outra característica. A esta crítica Yin (2005) responde que os estudos de caso não generalizam para um universo, isto é, não fazem uma generalização em extensão mas sim para a teoria, ou seja, ajudam a surgir novas teorias ou a confirmar ou infirmar as teorias já existentes.

Para contrapor este tipo de generalização à generalização da investigação experimental clássica, alguns autores preferem expressões como “transferibilidade” (Guba, 1985, p. 160) ou ainda “generalizações naturalistas” (Stake 2012, p.101).

Deste modo, no estudo de caso não faz sentido tirar conclusões sob a forma de proposições gerais, pois, esta estratégia não constitui uma base tão forte para efetuar generalizações para uma população como outros tipos de investigação. Merriam (1988, citado por Ponte, 2006) refere que a tarefa de pensar, em que medida certos aspetos podem ou não ser aplicados a outros casos, pode ser efetuada pelo próprio leitor que deles tem um conhecimento mais direto, isto é, a generalização fica a cargo do leitor.

A este propósito Stake (2012, p.101) afirma que as generalizações naturalistas “são conclusões tiradas através do envolvimento pessoal nos assuntos do quotidiano ou através de uma experiência vicária tão bem construída que a pessoa sente como se lhe tivesse acontecido a si própria” e distingue-as das “generalizações proposicionais” que são recebidas de outras pessoas.

Outras críticas, frequentemente feitas à utilização do estudo de caso em investigação, prendem-se com a fiabilidade e a validade do estudo.

Em termos gerais, a fiabilidade refere-se à estabilidade ou consistência dos resultados. Se nos estudos quantitativos este requisito se pode conseguir recorrendo a instrumentos fiáveis e técnicas para recolha de dados padronizados, no estudo de caso

qualitativo, a situação é diferente, porque, para além do papel importante que o investigador tem na recolha de dados, não é possível a replicabilidade ou reconstrução do caso. Apesar do exposto, Yin, preocupado com a questão da fiabilidade, aconselha o investigador a fazer uma descrição pormenorizada dos procedimentos adotados e a “conduzir a pesquisa como se alguém estivesse sempre a olhar por cima do seu ombro” (2005. p.60).

A validade interna de um estudo, em geral, refere-se ao rigor ou precisão dos resultados obtidos. No estudo de caso esta questão tem uma importância particular quando o objetivo do investigador é buscar relações ou explicar fenómenos, situação em que é fundamental reduzir o mais possível a influência da subjetividade do investigador nas interpretações e inferências efetuadas. Os cuidados com a objetividade são importantes porque afetam a validade das conclusões obtidas no estudo.

Autores como Yin (2005), Flick (2009) e Stake (2012) apresentam a triangulação como uma estratégia de validação e credibilidade da investigação.

Segundo Coutinho (2011, p.208), a triangulação “consiste em combinar dois ou mais pontos de vista, fontes de dados, abordagens teóricas ou métodos de recolha de dados numa mesma pesquisa para que se possa obter, como resultado final, um retrato mais fidedigno da realidade ou uma compreensão mais completa do fenómeno a analisar”.

Ao procurar quer o rigor das interpretações efetuadas, quer explicações alternativas, necessitamos de estratégias/protocolos que não dependam apenas da simples intuição e das boas intenções do investigador em fazer bem (Stake, 2012).

Denzin (citado por Stake. 2012, p. 126-127) identifica quatro protocolos, estratégias de triangulação para aumentar a credibilidade da investigação:

- triangulação das fontes de dados, em que se confrontam os dados procedentes de diferentes fontes;
- triangulação do investigador, em que investigadores diferentes observam e descrevem o mesmo fenómeno para detetarem desvios derivados da influência do fator “investigador”;
- triangulação da teoria, em que um fenómeno ou conjunto de dados de um estudo são interpretados partindo de perspetivas teóricas e hipóteses diferentes;
- triangulação metodológica, em que o investigador utiliza múltiplos métodos – realização de observações, aplicação de um questionário, realização de entrevistas, análise de documentos, etc. -, no âmbito do mesmo estudo, o que lhe possibilita confirmar ou invalidar as interpretações efetuadas.

Tendo em conta o exposto anteriormente, consideramos ser o estudo de caso a estratégia mais adequada à nossa investigação, na qual a investigadora assumiu o papel de

observadora participante, desempenhando uma função analítica (Ponte, 2006), o que surgiu naturalmente, visto tratar-se da professora titular da turma.

Consideramos, de acordo com a terminologia de Stake (2012), que este estudo de caso único pode ser classificado de instrumental (o caso é o instrumento para o conhecimento e a compreensão mais profunda da temática em estudo).

No presente estudo, houve a preocupação de recolher um conjunto diversificado de informação recorrendo a várias fontes. A recolha de informação foi feita pela professora investigadora, num ambiente de sala de aula, a partir das contribuições dos alunos, através da observação, da análise de questionários (pré e pós testes) e tarefas realizadas pelos alunos e, ainda, a partir da inquirição feita a um grupo de professores, recorrendo a um questionário.

Esforçando-nos por procurar quer o rigor, quer aumentar a confiança nas interpretações efetuadas pela investigadora, contribuindo para a credibilidade deste trabalho, recorreremos à triangulação de dados, confrontando os dados provenientes de diferentes fontes e instrumentos de recolha de evidências.

### **3.3. Caracterização dos participantes no estudo e descrição da escola onde este se desenvolveu**

Participaram, nesta investigação, os alunos de uma turma do 10º ano de escolaridade do Curso Científico-Humanístico – Ciências e Tecnologias, da Escola Secundária de Emídio Navarro-Viseu. A escolha desta turma (Turma A), para a implementação da intervenção didática sobre o tema em estudo, deveu-se ao facto de ser uma turma em que a professora investigadora lecionava a disciplina de Física e Química A e ser de um ano de escolaridade imediatamente a seguir ao 9º ano do 3º CEB.

Os dados obtidos, para a caracterização geral da turma, foram recolhidos pela professora através de um pequeno questionário a que os alunos responderam, no início do ano letivo 2011/2012, e completados com base nas respostas dadas na parte I do questionário de opinião aplicado aos alunos no final da intervenção didática. (Anexo II).

A turma, inicialmente, era constituída por 24 alunos. Destes, apenas 20 concluíram o estudo, dado que três alunos anularam a matrícula às disciplinas da componente específica, por desejarem mudar de curso e uma aluna pediu transferência de escola.

O grupo que participou e concluiu o estudo, era composto por nove elementos femininos e onze masculinos, com idades compreendidas entre os 15 e os 18 anos, sendo a média etária de 16 anos (concluídos durante o ano letivo). Apenas um dos alunos apresentava retenções no seu percurso escolar (duas retenções no 6º e 10º anos,

respetivamente). Os locais de residência eram a cidade de Viseu e, maioritariamente, aldeias limítrofes. Todos eles viviam no seu agregado familiar à exceção de uma aluna, que partilhava com duas colegas a mesma habitação na cidade de Viseu, durante os períodos letivos, em virtude dos pais residirem numa aldeia mais distante, que não pertence a este concelho.

O nível sociocultural dos Pais/Encarregados de Educação pode ser considerado médio-baixo, uma vez que, a maioria frequentou e/ou concluiu o ensino básico, 4 (20%) concluíram o ensino secundário e apenas 3 (15%) possuíam habilitação superior. As profissões dos pais eram das mais variadas e compatíveis com as respetivas habilitações académicas.

Em termos socioafetivos, eram alunos que revelavam um relacionamento sadio com toda a comunidade escolar, não se verificando situações de indisciplina. O seu aproveitamento escolar, à disciplina de Ciências Físico-Químicas (CFQ), no final do 9º ano, pode considerar-se bom (4 alunos (20%) de nível 3, 11 alunos (55%) alunos de nível 4 e 5 alunos (25%) de nível 5) e o seu aproveitamento global, no final dos 1º e 2º períodos do 10º ano, foi considerado globalmente satisfatório. As disciplinas a que os alunos referiram ter mais dificuldades, no início do ano letivo, foram Matemática, Física e Química e Inglês.

O conjunto de professores, que participou no estudo, através da resposta ao questionário que se encontra no Anexo III, era constituída por 33 professores de 10 escolas do Distrito de Viseu e a sua obtenção teve em conta os seguintes critérios:

- disponibilidade do docente para participar no estudo;
- a escola de lecionação do docente pertencer ao Distrito de Viseu;
- o docente ter lecionado a disciplina de Ciências Físico-Químicas (CFQ) do 9º ano de escolaridade da última reforma curricular, até ao ano letivo 2011/2012.

A tabela 1 apresenta os dados recolhidos na primeira parte do questionário e procura caracterizar o conjunto dos professores inquiridos.

**Tabela 1**

Variáveis		Frequência absoluta (nº de alunos)	Frequência relativa (%)
<b>Idade</b>	Menos de 30 anos	0	0
	De 30 a 40 anos	8	24,2
	De 41 a 50 anos	19	57,6
	Mais de 50 anos	6	18,2
<b>Sexo</b>	Feminino	22	66,7
	Masculino	11	33,3

Habilitações Académicas	Licenciatura		27	81,8
	Mestrado		6	18,2
	Doutoramento		0	0
Habilitação Profissional	Estágio Integrado na licenciatura		16	48,5
	Profissionalização em exercício		17	51,5
Categoria Profissional	Professor do quadro de escola		28	84,8
	Professor de quadro de Zona Pedagógica		2	6,1
	Contratado		3	9,1
Ciclos de ensino lecionados	Apenas 3º CEB		9	27,3
	3º CEB e Secundário		24	72,7
Disciplina(s) e ano(s)/curso(s) lecionado(s)	CFQ no 3º CEB		33	100
	FQA no Secundário		20	60,6
	Física 12º ano C. C. H <sup>(1)</sup>		6	18,2
	Química 12º ano C. C. H		7	21,2
	Física e Química C. P <sup>(2)</sup>		6	18,2
	Outros (PIEF, CEF)		1	3,0
Experiência de leção de CFQ no 9º ano e Física e Química A no 10º ano	9º ano	1 ano	3	9,1
		2 a 3 anos	2	6,1
		Mais de 3 anos	28	84,8
	10º ano	1 ano	4	12,1
		2 a 3 anos	8	24,2
		Mais de 3 anos	10	30,3
	10º ano profissional	1 ano	4	12,1
		2 a 3 anos	4	12,1

<sup>(1)</sup>Curso Científico Humanístico <sup>(2)</sup> Curso Profissional

Analisando o registo da tabela 1, constata-se que:

- a maioria dos professores tem idades compreendidas entre os 41 e 50 anos; 24,2% tem entre 30 e 40 anos de idade, e 18,2% possui mais de 50 anos de idade;
- os professores participantes no estudo são maioritariamente do sexo feminino;
- como era previsível, na habilitação académica prevalece a licenciatura; apenas 18,2% possui mestrado e nenhum professor refere possuir doutoramento ou qualquer outra especialização;
- cerca de metade dos professores (51,5%) efetuou a profissionalização em exercício e 48,5 % efetuou o estágio integrado na licenciatura;
- a grande maioria destes professores pertence ao quadro de escola ou ao quadro de zona pedagógica e apenas 9,1% são contratados;

- a maioria dos professores inquiridos tem experiência de lecionação no 3ºCEB e secundário, tendo 60,6% lecionado a disciplina de Física e Química A; 27,3% apenas possui experiência de lecionação no 3º CEB;

- o grupo de professores participantes é constituída por 84,8% de docentes com mais de três anos de experiência de lecionação da disciplina de Ciências Físico Químicas (CFQ) do 9º ano de escolaridade;

- a maioria dos professores possui experiência de lecionação da disciplina de Física e Química A (FQA) do 10º ano de escolaridade (30,3% mais de 3 anos de experiência; 24,2% 2 ou 3 anos de experiência e 12,1% 1 ano de experiência). Apenas 24,2% dos professores referem ter experiência de lecionação da disciplina de Física e Química em cursos profissionais.

A professora investigadora é licenciada em Ensino da Física e iniciou a sua atividade docente no ano letivo 1988-1989. Encontra-se a lecionar, na mesma escola, desde o ano letivo 1996-1997 e nos últimos quinze anos apenas lecionou no ensino secundário, razão pela qual esta investigação foi desenvolvida numa turma de 10º ano de escolaridade.

A Escola Secundária de Emídio Navarro-Viseu, a que pertencem os alunos que participaram neste estudo, está localizada no interior do tecido urbano, da cidade de Viseu. A escola é, pela sua posição geográfica, uma escola de cidade. Contudo, serve uma população estudantil, essencialmente, de freguesias classificadas como moderadamente urbanas e predominantemente rurais. A Escola recebe, a nível do 3º CEB, alunos provenientes de diversas escolas da cidade e arredores e, no ensino secundário, alunos, fundamentalmente, de meios rurais e suburbanos do concelho de Viseu e de outros concelhos limítrofes.

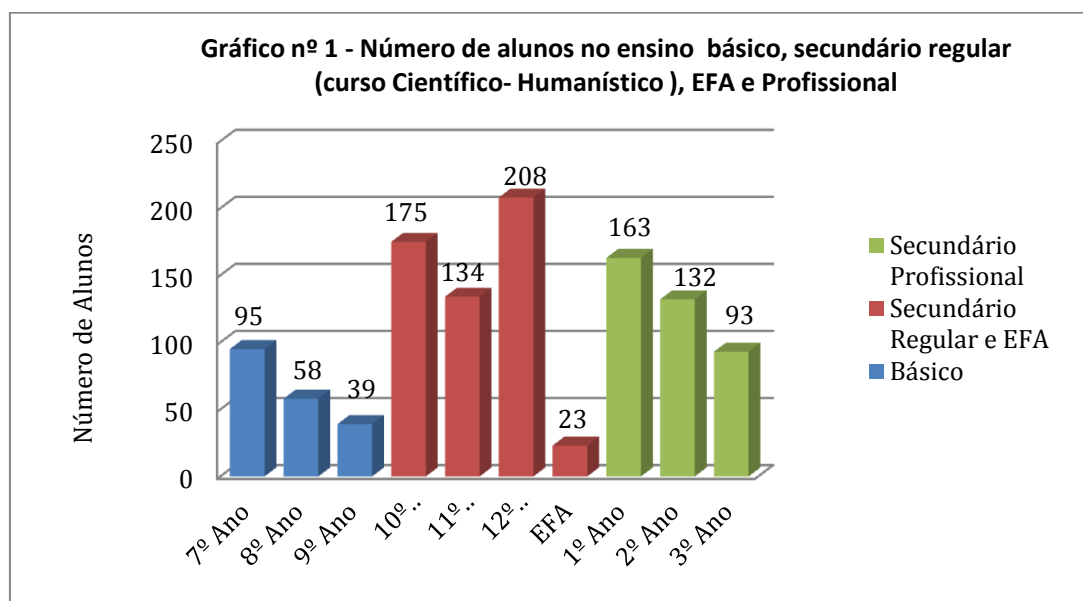
É uma escola cuja identidade foi construída ao longo de mais de um século de história, conforme é documentado na obra de A. Nazaré Oliveira (1999), publicada no âmbito das comemorações do centenário.

Atualmente, é uma escola que integra a rede de oferta de ensino no 3º CEB e no secundário com currículos diversificados, mantendo as características e a diversidade de ofertas formativas de uma escola secundária. Destaca-se a vertente técnica que, aos poucos, em função das mudanças no sistema educativo, foi retomando com a oferta: primeiro, dos cursos técnico-profissionais; depois, dos cursos tecnológicos; no presente, dos cursos profissionais. Recuperou, assim, traços da sua identidade comercial e industrial inicial.

Continua a manter a sua vocação para a formação de adultos, atualmente concretizada através dos cursos EFA. É também uma das escolas de referência para o ensino articulado de música e de dança no 3º CEB, bem como escola de referência para alunos cegos e com baixa visão.



No ano letivo em que se desenvolveu este estudo (2011-2012), o número de alunos que frequentou a escola, nas diferentes ofertas formativas, é representado a seguir:



Relativamente ao pessoal docente, a grande maioria pertence ao quadro de escola.

A escola foi integrada no Programa de Requalificação e Modernização das Escolas Secundárias, gerido pela “Parque Escolar”. Da nova configuração da escola fazem parte, de entre outros espaços e infraestruturas, um centro de documentação apetrechado com alguns computadores, um laboratório de Física e outro de Química, razoavelmente equipados e cada um com um computador e videoprojetor.

### 3.4. Instrumentos da recolha de dados

As técnicas e os instrumentos de recolha de dados devem ser selecionados, elaborados e utilizados tendo em conta os objetivos visados, a natureza dos problemas em questão e as condições/contexto em que o estudo se realiza, fornecendo, o mais completamente possível, a informação necessária à pesquisa (Morgado, 2012).

Todavia, é de realçar que uma técnica de recolha de dados não constitui um método de investigação (Erickson, 1989, p. 196), podendo utilizar-se a combinação de várias técnicas no mesmo estudo de caso (Yin, 2005, p. 109).

No sentido de dar resposta às questões de investigação e tendo em consideração as condições/contexto em que esta decorreu, optou-se pelas seguintes técnicas de recolha de dados:

- o inquérito, dirigido aos alunos e aos professores participantes. Esta técnica foi utilizada através da aplicação de um teste diagnóstico aos alunos (pré e pós teste), antes e após a intervenção didática e através de um questionário de opinião no final da intervenção didática e, ainda, sob a forma de um questionário aplicado ao grupo de professores participantes, na última fase do estudo;

- a observação participante, durante o trabalho de campo.

Apesar do estudo ter sido desenvolvido fundamentalmente em horário extracurricular, uma vez que decorreu, prioritariamente, nos tempos destinados ao apoio à turma (tempos extra carga horária das disciplinas, oferecidos pela escola e professora para apoiar os alunos da turma). Ao longo da investigação, houve sempre a preocupação de preservar o mais possível o ambiente natural de aula.

Deste modo, optou-se por uma observação fundamentalmente participante, utilizando como instrumento de recolha de dados as notas de campo.

As técnicas de observação direta são as únicas que captam os comportamentos dos atores no momento em que eles se produzem, sem a mediação de um testemunho ou documento.

A observação participante é uma das técnicas de observação mais utilizadas na investigação qualitativa (Flick, 2009) e é uma técnica interativa de recolha de dados que requer uma implicação direta/ativa do investigador nos acontecimentos e fenómenos a observar.

Segundo Yin (2005, p. 121), a observação participante é uma modalidade de observação na qual o investigador não é apenas um observador passivo, podendo assumir uma variedade de funções num estudo de caso e participar dos acontecimentos em estudo.

Ao optar pela observação participante procura-se captar os processos de pensamento dos atores em ação e interação e dar significado ao fenómeno estudado na perspetiva dos sujeitos observados, o que implica que o investigador assuma, simultaneamente, a função de participante nas atividades e ações que se querem estudar e de observador. Assim, este tipo de observação requer que, por um lado, o investigador entre “no mundo do sujeito” e por outro, continue “a estar do lado de fora”, isto é, o investigador deve ser “empático e, simultaneamente, reflexivo”, distanciando-se para poder discernir com perspicácia a situação observada (Bogdan & Biklen, 1994, p. 113). Neste sentido, a observação participante não se revela uma tarefa fácil.

Alguns autores, como Bogdan & Biklen (1994) e Quivy & Campenhoudt (2013), apoiam a ideia da existência de um contínuo entre a observação não participante e a

observação participante. Assim, a participação do investigador na observação pode ocorrer com diferentes graus de implicação. Deste modo, no mesmo estudo, a participação do investigador pode variar de acordo com a necessidade e as circunstâncias, podendo ser baixa em determinados momentos e elevada noutros. Foi o que aconteceu no estudo por nós desenvolvido.

Na observação participante, dada a vulnerabilidade da nossa memória, é imprescindível registar as observações efetuadas. As notas de campo pareceram-nos constituírem um instrumento adequado para registo escrito “daquilo que o observador vê, ouve, experiencia e pensa no decurso da recolha” de informações (Bogdan & Biklen, 1994, p. 150). Deste modo, as notas de campo, resultantes da observação direta de tipo naturalista, possibilitaram à professora investigadora a apreensão de comportamentos, sentimentos, sensações, atitudes, e identificar eventuais fragilidades e constrangimentos (cognitivos, processuais, e de linguagem científica relativa ao tema em estudo).

Consideramos, tal como refere Quivy & Campenhoudt (2013, p. 199), que algumas das principais vantagens da observação participante são: a deteção dos comportamentos e acontecimentos no momento em que ocorrem; a recolha de material de análise não previsto pelo investigador, logo, de modo relativamente espontâneo, e a autenticidade relativa dos acontecimentos comparativamente com as palavras ou escritos.

Um dos principais problemas sentidos prende-se com a dificuldade do registo das observações, uma vez que nem sempre foi possível, nem desejável, tomar notas no momento em que os acontecimentos eram captados. Na prática, esses registos ocorreram, principalmente, após a observação na aula, recorrendo à memória, que como sabemos é seletiva. Além disso, é de referir a pouca experiência da professora investigadora neste tipo de tarefa. Outro problema relaciona-se com a interpretação das observações, dado que, apesar do esforço realizado, é impossível eliminar completamente a subjetividade das mesmas.

Com o propósito de minimizar as dificuldades referidas, optou-se por uma observação relativamente flexível utilizada essencialmente como complemento de outras técnicas de recolha de dados, como as que a seguir se descrevem.

### **Teste diagnóstico aplicado aos alunos (Anexo I)**

Como se pretendia detetar possíveis ideias informais e conceções erradas dos alunos, bem como as suas competências e prováveis dificuldades/fragilidades, designadamente, a nível laboratorial e a nível concetual, no domínio dos circuitos elétricos simples,

considerámos ser mais adequado a elaboração e implementação de um teste constituído por duas componentes (parte I e II), aplicadas em dias diferentes. A aplicação do teste foi iniciada pela componente que inclui atividades de cariz laboratorial (parte I- Anexo I), com a duração de 90 min, e decorreu no “Laboratório de Física”, com a turma dividida em dois turnos. A aplicação da segunda componente do teste, com a duração de 60 min (parte II- Anexo I), foi aplicada simultaneamente a toda a turma, numa sala de aula normal e decorreu uma semana após a aplicação da parte I.

O mesmo teste, à exceção da secção inicial da primeira componente, foi utilizado como pré e pós teste e foi construído tendo em consideração as características dos alunos, nomeadamente, os seus níveis de escolaridade e etário e tendo por base as Orientações Curriculares de Ciências Físicas e Naturais para o 3º Ciclo do Ensino Básico (DEB, 2001b) referentes à subunidade “ Circuitos elétricos”, inserida na unidade “Sistemas elétricos e eletrónicos” do tema organizador “ Viver melhor na Terra”. A sua aplicação decorreu de modo idêntico nas duas situações, pré e pós teste.

Para a elaboração deste teste partiu-se de alguns já existentes e de resultados de estudos realizados, no âmbito do movimento das concepções alternativas, sobre eletricidade básica.

#### **- Primeira componente do teste (parte I- Anexo I)**

Esta componente é iniciada, apenas no pré teste, com uma secção elaborada com o propósito de recolher informações sobre o ensino-aprendizagem dos alunos, no âmbito da eletricidade, ao longo da sua escolaridade. Esta secção é constituída, essencialmente, por perguntas fechadas.

As perguntas fechadas limitam o inquirido à escolha de entre as respostas alternativas apresentadas pelo autor (Hill, 2009; Pardal & Lopes, 2011). Por outro lado, as perguntas abertas requerem uma resposta construída pelo informante, isto é, a pessoa responde utilizando o seu próprio vocabulário, fornecendo os pormenores e fazendo os comentários que entender (Ghiglione & Matalon, 2001; Hill, 2009; Pardal & Lopes, 2011), possibilitando, assim, mais liberdade de resposta ao informante. A pergunta fechada emblemática é dicotómica, ou seja, com uma resposta em alternativa. As perguntas de escolha múltipla são tendencialmente de carácter fechado, permitindo ao respondente escolher de uma ou várias respostas de uma lista pré-estabelecida.

Nas perguntas de escolha múltipla, no entender de Pardal & Lopes (2011, p. 77) e ressaltando a diversidade de formas que estas possam adotar, podem considerar-se “duas

grandes modalidades”: “perguntas em leque” (aberto e fechado entre outras possibilidades) e “perguntas de avaliação ou estimação”. Nas “perguntas em leque fechado”, o respondente é solicitado a selecionar uma ou várias repostas entre as diferentes alternativas fornecidas, podendo ainda ser requerida a ordenação de algumas ou da sua totalidade. Nas “perguntas em leque aberto”, o respondente deve optar por uma das alternativas propostas ou acrescentar ele próprio uma outra, possibilitando que a pergunta se torne mais aberta.

Nas “perguntas de avaliação ou estimação”, o informante, tal como nas de “leque fechado”, opta por uma das alternativas de resposta oferecidas, no entanto é introduzido o aspeto quantitativo. Neste sentido, “as perguntas de avaliação ou estimação” tentam captar distintos graus de intensidade face a um determinado assunto, utilizando uma escala adequada.

As perguntas fechadas apresentam várias vantagens, nomeadamente: são de resposta relativamente fácil (Foddy, 1999; Pardal & Lopes, 2011), possibilitam a concentração do respondente no objeto de estudo e facilitam o tratamento e análise dos dados (Hill, 2009; Quivy & Campenhoudt, 2013). Por outro lado, a informação das respostas a perguntas fechadas é, por vezes, pouco rica, conduzindo a conclusões demasiado simples (Hill, 2009) e, consequentemente, os resultados apresentam-se, por vezes, com falta de elementos de maior compreensão.

Como foi referido anteriormente, a secção destinada a obter informações sobre o ensino e aprendizagem dos alunos participantes neste estudo não consta da situação de pós teste e é constituída, essencialmente, por perguntas fechadas. Com efeito, a primeira pergunta, P1, é dicotómica e tem como propósito saber se o aluno já estudou eletricidade anteriormente, colocando o inquirido na situação de ter de optar entre *sim* e *não*. No caso da resposta à pergunta anterior ser afirmativa o aluno é solicitado, na pergunta P2.1., a indicar em que ano de escolaridade estudou eletricidade.

No sentido de obter informação sobre o número de aulas dedicadas a essa temática, foi elaborada uma pergunta de escolha múltipla de leque fechado, P2.2. Nesta pergunta o respondente é convidado a escolher uma resposta, de entre três alternativas apresentadas.

Para conhecer e avaliar a frequência de alguns tipos de atividades que possam ter sido dinamizadas no processo de ensino e aprendizagem da eletricidade, optou-se por uma pergunta de avaliação, P2.3., com quatro graus (nunca, raramente, quase sempre e sempre). Esta pergunta tem uma maior abertura, uma vez que o aluno pode acrescentar mais duas atividades além das seis atividades apresentadas no teste.

Com a segunda secção pretendia-se observar e detetar o desenvolvimento de competências laboratoriais, (como, por exemplo: o reconhecimento e a manipulação de

materiais e elementos utilizados na construção e no estudo dos circuitos elétricos simples, bem como, a sua representação; a observação e a interpretação de fenómenos elétricos), mas, também, perceber o desenvolvimento de certos conceitos e a linguagem utilizada na exposição de ideias.

Esta secção é composta por quatro atividades, três delas constituídas por vários itens:

- a primeira atividade é uma questão com quatro itens (1.1., 1.2., 1.3.1 e 1.3.2). Os dois primeiros referem-se, respetivamente, à identificação de alguns elementos equipamentos/elétricos fornecidos e à classificação dos mesmos, quanto à sua função (como fontes, recetores e aparelhos de medida). Nos itens 1.3.1. e 1.3.2. é solicitado ao aluno, respetivamente, a descrição da constituição de uma lâmpada de incandescência fornecida e o significado das indicações inscritas na mesma;

- a segunda atividade é constituída por dois itens que envolvem a construção real de um circuito elétrico simples (com uma só lâmpada) e a sua representação (2.1, 2.2) e um item (2.3) que consiste na explicação do funcionamento de uma lâmpada de incandescência;

- a terceira atividade está organizada em cinco itens. Os dois primeiros (3.1.1 e 3.1.2) envolvem a construção, a representação e a observação do comportamento de dois circuitos reais (com duas lâmpadas associadas, respetivamente, em série e em paralelo), seguido do registo das observações efetuadas. O item 3.1.3 consta da classificação de uma associação de lâmpadas com fundamentação da resposta baseada nas observações efetuadas nos itens anteriores. O item 3.2.1 consiste na medição de grandezas físicas/elétricas (diferença de potencial elétrico e intensidade de corrente) e no item 3.2.2 é solicitada a determinação da resistência elétrica de uma lâmpada;

- a quarta tarefa consta da verificação experimental da boa ou má condutividade elétrica de dois materiais fornecidos.

Do referido anteriormente, podemos constatar que a parte I do teste aplicado aos alunos é constituída por tarefas de cariz laboratorial e por perguntas essencialmente de resposta aberta. Optámos por este tipo de perguntas por considerarmos que as perguntas abertas permitem obter informação qualitativa, pois o inquirido possui mais liberdade para expressar a sua opinião e entendimento sobre o que lhe é solicitado, já que tem que construir e escrever a resposta. Tal como Hill (2009, p. 94), pensamos que a resposta a este tipo de questão permite obter informação “mais rica e detalhada” e, por vezes “inesperada”. De acordo com Pardal & Lopes (2011), este tipo de perguntas têm utilidade sobretudo quando se tem pouca informação sobre o tema em estudo ou quando se pretende estudar um assunto em profundidade. Contudo, as perguntas abertas também têm desvantagens, nomeadamente,

é necessário codificar as respostas, ou seja, agrupá-las em categorias, o que, algumas vezes, levanta dificuldades de análise de conteúdo. Neste sentido, o tratamento e análise dos dados podem tornar-se, por vezes, tarefas complexas e difíceis, seja devido à variedade de informação que podem fornecer as respostas, seja porque o seu tratamento ocupa muito tempo.

#### **- Segunda componente do teste (parte II- Anexo I)**

Esta componente do teste teve como principal propósito detetar as aprendizagens dos alunos a nível concetual e a nível da linguagem utilizada relativamente à temática em estudo. Neste sentido, esta componente é constituída por nove questões, sendo seis delas compostas por vários itens. Todos os itens, à exceção do item 3.3, são de escolha múltipla, com um número variável de alternativas propostas. Ao aluno é pedido para escolher a(s) opção(ões) que considera mais correta(s) e é solicitado, em alguns itens ( 1.2, 4.4, 5.2 e 7.2), a apresentar a fundamentação/justificação da sua resposta.

Optámos por perguntas de escolha múltipla com a possibilidade de indicar várias opções, sendo livre o número de respostas possíveis, para aumentar as potencialidades de recolha de informação. Do mesmo modo, ao solicitar justificações, em algum dos itens, pretendíamos complementar e clarificar o significado das respostas dadas pelo aluno e, ainda, obter elementos que nos possibilitassem identificar os quadros de referência que o aluno acionava.

O item 3.3 é uma pergunta aberta elaborada com o intuito de apreender o entendimento do aluno acerca da corrente elétrica.

#### **Questionário de opinião aplicado aos alunos (Anexo II)**

Com este questionário, anónimo, aplicado no final da implementação da sequência didáctica pretendeu-se recolher a opinião dos alunos acerca das tarefas/atividades desenvolvidas no decurso da mesma.

O questionário elaborado é composto de três partes. Na primeira parte procura-se recolher informação acerca da idade, género e as classificações obtidas à disciplina de Ciências Físico-Químicas no 9º ano e à disciplina de Física e Química A do 10º ano de escolaridade no segundo período, para a caracterização dos alunos participantes.

Na segunda parte, pretende-se indagar a opinião dos alunos acerca das atividades/tarefas desenvolvidas e está dividida em duas secções (A e B). Na secção A procura-se

averiguar a percepção dos alunos sobre a frequência com que determinados objetivos eram promovidos pelas atividades desenvolvidas. Na secção B, pretende-se identificar o grau de concordância dos alunos com algumas características das atividades propostas.

Na terceira parte, pretende-se que o aluno faça uma apreciação global sobre a sequência didática.

As perguntas que compõem a segunda parte do questionário (secções A e B) são de resposta fechada, utilizando-se uma escala de tipo Likert de cinco níveis com o intuito de quantificar a opinião dos respondentes. As escalas utilizadas nas secções A e B são:

Secção A		Secção B	
1	Nunca	1	Discordo totalmente
2	Raramente	2	Discordo
3	Frequentemente	3	Não tenho opinião
4	Quase sempre	4	Concordo
5	Sempre	5	Concordo totalmente

Utilizámos uma escala de tipo Likert por considerarmos que é de rápida aplicação e de relativamente fácil entendimento para os respondentes. No entanto, a opção por quatro ou cinco níveis não é simples. O inquirido, perante um número ímpar de respostas alternativas, tem propensão a dar a resposta no meio da escala, evitando dar uma opinião positiva ou negativa, pois considera mais seguro dar uma resposta neutra. Esta tendência verifica-se especialmente com perguntas “sensíveis” sobre atitudes, opiniões ou satisfações, podendo ser atenuada se o questionário for anónimo. Por outro lado, com uma escala com um número par de respostas alternativas mantém-se esse problema, pois obriga o inquirido a dar uma opinião forçosamente positiva ou negativa, mesmo que a opinião deste seja verdadeiramente neutra (Hill, 2009). Deste modo, e tendo em consideração que o questionário era anónimo, optámos por uma escala de cinco níveis.

A terceira parte do questionário é composta por três perguntas abertas. Com as primeira e segunda perguntas pretendia-se que o aluno manifestasse a sua opinião sobre o que mais lhe agradou e mais lhe desagradou, respetivamente, na implementação da sequência didática, sendo solicitado a referir o porquê das suas respostas. Com a terceira questão procurava-se indagar a opinião, fundamentada, do aluno acerca do papel das simulações computacionais, indicando se poderiam substituir e/ou completar as atividades laboratoriais, na aprendizagem do tema estudado.



### **Questionário aplicado aos professores (Anexo III)**

O questionário foi aplicado, conforme já se referiu, a 33 professores, de escolas do distrito de Viseu, com experiência de lecionação de CFQ no 9º ano do 3º CEB. De acordo com os objetivos da investigação, a sua principal finalidade foi recolher dados com base na experiência desses professores, que contribuíssem para detetar possíveis causas que possam contribuir para as fragilidades manifestadas pelos alunos, acerca da temática circuitos elétricos, quando ingressam no ensino secundário.

Optou-se por este instrumento de recolha de dados por nos parecer o mais adequado às características e condições de realização deste estudo, nomeadamente, ao tempo disponível e aos objetivos da investigação. Contudo, um dos problemas que pode levantar este tipo de instrumento é a superficialidade de algumas respostas que não possibilitam a análise de certos processos, como as conceções mais profundas dos inquiridos e, consequentemente, os resultados apresentarem-se frequentemente como simples descrições, sem elementos de compreensão penetrantes (Quivy & Campenhoudt, 2013). Outra fonte suscetível de enviesar as respostas de um questionário está relacionada com os objetivos do inquirido, mormente, a preocupação em transmitir uma imagem “favorável” ou “normal” de si próprio (Ghiglione & Matalon, 2001), fragilidade que se mantém, em nossa opinião, com a utilização de outros instrumentos, como por exemplo a entrevista.

A aplicação do questionário decorreu durante o mês de setembro de 2012. A escolha do início do ano letivo 2012/13 para a recolha dos dados, junto dos professores, prende-se com o facto da possibilidade de nem todas as escolas iniciarem a lecionação da disciplina pela componente de física e, sobretudo, com a preocupação em obter um maior número de respostas aos questionários, entregues aos professores. Pensamos que o início do primeiro período será o mais favorável uma vez que os professores se encontram, apesar de tudo, menos sobrecarregados de trabalho, do que no final do ano letivo.

Seguindo as recomendações de alguns dos autores consultados (Carmo & Ferreira, 2008; Cohen & Manion, 2002; Pardal & Lopes, 2011; Villelas, 2009), teve-se atenção à apresentação do questionário, do qual faz parte uma nota introdutória que identifica o investigador, explica a finalidade do questionário e garante o anonimato e confidencialidade das respostas. Procurou-se, ainda, de acordo com os mesmos autores, ter especial cuidado com a redação das perguntas e instruções, com o intuito de as tornar precisas, concisas e claras, tentando evitar ambiguidades de interpretação. A escolha do tipo, modalidade, ordem de apresentação e número de perguntas são também aspetos importantes (Ghiglione & Matalon, 2001) e, por isso, foram tidos em consideração na elaboração do questionário.

Tentando encontrar um equilíbrio entre a recolha dos dados considerados relevantes para o estudo e a extensão do questionário, este foi estruturado em três partes:

Parte I- Informação geral do(a) professor(a);

Parte II- Prática letiva;

Parte III – Relação entre o 3º CEB e o Secundário.

Na primeira parte pretende-se recolher dados pessoais e profissionais para a caracterização da amostra dos professores participantes.

Na segunda procura-se averiguar as características da prática letiva desses professores no âmbito do ensino e da aprendizagem da temática circuitos elétricos, nomeadamente, no que diz respeito à utilização do trabalho laboratorial e às principais dificuldades encontradas na leção da referida temática.

Na terceira parte pretende-se averiguar as perceções desses mesmos professores relativamente à articulação entre o 3ª CEB e o ensino secundário, sobre a temática em estudo, bem como sobre a qualidade das aprendizagens dos alunos nas componentes laboratorial e teórica (conceitual), no final do 3º CEB e início do ensino secundário, assim como as principais razões que a justificam.

A primeira parte do questionário é constituída por 8 perguntas de escolha múltipla, sendo uma delas dicotómica e 5 de leque aberto (onde é incluída uma opção de resposta livre: outra(s), para o professor ter a oportunidade, sempre que assim o entendesse, de apresentar alternativas diferentes das fornecidas no questionário.

A segunda parte é constituída por 11 perguntas de escolha múltipla. Nas três primeiras perguntas, de leque aberto (1.1; 1.2 e 1.3), com um número de respostas alternativas entre 12 a 15, o inquirido tem a possibilidade de apresentar outra(s) opção(ões) não consideradas no questionário, sendo, no entanto, solicitado a indicar até quatro respostas alternativas (as que considerar serem mais significativas). Optou-se por esta modalidade de escolha múltipla, com um leque de respostas alternativas mais largo, de modo a recolher uma informação mais rica sobre a metodologia e recursos utilizados no ensino da temática em estudo sem, no entanto, tornar as perguntas demasiado fastidiosas nem dificultar muito a sua tabulação. Relativamente à pergunta 1.3, foi solicitado ao inquirido, no caso de utilizar *software* e/ou simulações interativas na leção dos circuitos elétricos (opção K), a sua identificação de modo a controlar e enriquecer a informação obtida com a resposta.

As restantes perguntas de escolha múltipla, à exceção da 3.4., têm entre 4 a 5 respostas alternativas, sendo as perguntas 2.1, 2.2, 2.3, 3.1, 3.2, 3.3 de leque fechado e as perguntas 3.4 e 4 de leque aberto, com a possibilidade de indicar várias respostas alternativas.

A última parte do questionário é composta por 6 perguntas, sendo as 5 primeiras perguntas de escolha múltipla, de opinião. Para indagar a percepção dos professores acerca do seu conhecimento relativamente à realidade do ensino secundário e à articulação entre este nível de ensino e o 3º CEB, no que à temática circuitos elétricos diz respeito, formularam-se as duas primeiras perguntas com uma escala de 4 graus. As perguntas 3. e 4. têm como intuito averiguar a percepção dos professores quanto à preparação dos alunos relativamente às componentes laboratorial e teórica, sobre a temática em estudo, quando chegam ao 10º ano de escolaridade e quando terminam o 3º CEB, respetivamente. Nestas perguntas, de escolha múltipla, é utilizada uma escala de 5 graus (Muito má, Má, Razoável, Boa e Muito Boa). Se o professor não tem experiência de lecionação no 10º ano de escolaridade não responde à pergunta 3., passando diretamente para a pergunta 4. A inclusão da questão 5., no questionário, teve como propósito recolher informação sobre os motivos que fundamentam a opinião dos professores relativamente à preparação dos alunos indicada nas questões anteriores.

A questão aberta 6. tem como intuito, no caso de o professor ter classificado a preparação dos alunos como Muito má, Má ou Razoável, recolher sugestões para a melhoria dessa situação.

### **3.5. Descrição da proposta da intervenção didática**

#### **3.5.1. Introdução**

A proposta de sequência didática que elaborámos para este estudo sobre o subtema circuitos elétricos simples insere-se na unidade temática “ Sistemas Elétricos e Eletrónicos”, que pertence ao tema geral “Viver Melhor na Terra” das Orientações Curriculares para 3º ciclo do Ensino Básico, Ciências Físicas e Naturais (DEB, 2001b), lecionada no 9º ano de escolaridade.

A implementação da sequência didática foi realizada durante os segundo e terceiro períodos, predominantemente, em situação extracurricular. Esta situação deve-se ao facto dos alunos participantes no estudo serem alunos do 10º ano de escolaridade. Assim, a sua aplicação decorreu em doze sessões/aulas, correspondentes a uma aula de 135 minutos, quatro aulas de 45 minutos e sete aulas de 90 minutos, tendo em conta a disponibilidade dos alunos participantes.

### 3.5.2. Desenho e organização da sequência didática

O desenho da sequência didática proposto é centrado em situações formativas, privilegiando o trabalho laboratorial, com a intenção de promover um ambiente que potencie uma aprendizagem progressiva e consistente/significativa dos alunos.

Segundo Lopes (2004, p. 164), uma situação formativa organiza os “objetos epistêmicos escolares” (situações físicas apresentadas, tarefas e atividades de aprendizagem, informações, recursos educativos, etc.) de modo que os alunos construam e/ou se apropriem, com a mediação do professor, e envolvendo as interações que se estabelecem entre os alunos e materiais educativos, de uma estrutura de relações que lhes possibilitem entender e utilizar o conhecimento físico em contextos diversificados. As situações formativas concebidas tiveram como finalidade estruturar um ambiente de aprendizagem de modo a desenvolver competências, conhecimentos e atitudes do campo conceitual da “Eletricidade” (nível do desenho curricular) e permitir criá-lo e geri-lo em sala de aula (nível da gestão curricular).

A organização da sequência didática teve início com a análise das Orientações curriculares para o 3º CEB, onde foram identificados os conteúdos a abordar, a relevância científica, social, tecnológica e ambiental atribuída ao subtema e as competências a desenvolver nos alunos.

Numa primeira fase, os conteúdos anteriormente identificados foram objeto de reestruturação tendo em conta o campo conceitual da eletricidade do ponto de vista científico que se pretende desenvolver e, o nível de ensino a que se destina. Assim, foram identificados os conceitos centrais, os modelos teóricos subjacentes e as operações, propriedades e relações que são necessárias mobilizar. Foram, também, redefinidas as competências a desenvolver, nomeadamente a definição de competências específicas que podem ser incorporadas nas competências gerais. Ainda nesta fase, procurou-se prever e conhecer os saberes que os alunos já dispõem e as dificuldades que possuem.

Apresenta-se a seguir a estrutura do campo conceitual que nos propusemos desenvolver, a contextualização desse campo conceitual, as competências e atitudes a desenvolver e os saberes disponíveis dos alunos que se pretendem mobilizar.

#### Estrutura do campo conceitual a desenvolver

##### ➤ Conceitos centrais a desenvolver:

Energia

Fontes e recetores de energia

Circuitos elétricos (associação de elementos em série e em paralelo)

Transferências e transformações de energia

Condutores e isoladores elétricos

Corrente elétrica

Diferença de potencial elétrico

Intensidade de corrente elétrica

Potência elétrica

Resistência elétrica

Lei de Ohm

➤ Principais modelos teóricos de base utilizados:

- Modelo qualitativo da conservação da energia

A energia é uma propriedade dos sistemas e pode manifestar-se de diferentes maneiras. Num sistema em interação com a sua vizinhança, há transferências de energia entre o sistema e a vizinhança. Estas transferências de energia podem ocorrer de diferentes modos (calor, trabalho e radiação). A variação total de energia no sistema (S) é simétrica à variação total da energia na vizinhança (V):  $\Delta E_S = - \Delta E_V$ . Assim, no sistema S+V (sistema isolado) há conservação de energia. Contudo, a energia útil do sistema S+V vai sendo cada vez menor à medida que ocorrem transferências de energia no seu interior. Por conseguinte, a energia degrada-se com a sua utilização. Esta diminuição progressiva da energia útil disponível em cada utilização/transferência sucessiva de energia que ocorre no sistema S+V está relacionada com a eficiência ou rendimento desses processos, sendo a causa do problema energético – “necessidade de poupar energia”.

- Modelo qualitativo de conservação de carga elétrica

A carga elétrica é uma das propriedades fundamentais da matéria associada a algumas partículas (como os prótons e eletrões que constituem o átomo – carga elétrica elementar positiva e negativa, respetivamente). Algumas partículas não possuem carga elétrica como é o caso do neutrão. Os átomos são partículas eletricamente neutras e os iões são átomos ou agrupamentos de átomos com excesso ou deficiência de eletrões, deste modo têm carga elétrica negativa ou positiva.

Num sistema isolado a carga elétrica total permanece constante.

- Modelo qualitativo de corrente elétrica

Associar a corrente elétrica ao movimento orientado de partículas com carga elétrica (elétrons livres nos condutores metálicos; íões nas soluções e substâncias fundidas condutoras) através de um meio condutor.

A corrente elétrica transfere energia ao longo do circuito. Não se vê a corrente elétrica, o que se observa são os seus efeitos (num motor: movimento de um eixo e aquecimento; numa lâmpada: emissão de radiação e aquecimento; numa resistência elétrica: aquecimento, etc)

- Modelo de circuito elétrico simples

É comum numa primeira abordagem aos circuitos elétricos, considerar as fontes ideais, isto é, com resistência interna nula, logo com tensão constante aos seus terminais. Será esta aproximação que iremos adotar.

Um circuito elétrico simples é constituído por pelo menos uma fonte, um ou mais recetores e fios condutores que ligam os diferentes elementos. Além destes componentes podem também existir interruptores. Os componentes dos circuitos elétricos têm dois terminais.

Num circuito elétrico fechado há transferência de energia da fonte para os recetores. Os recetores transformam a energia elétrica em outras formas de energia e transferem energia para a vizinhança.

Num circuito elétrico com um só recetor – Quando o circuito está fechado a corrente passa por todos os elementos no mesmo sentido. Aumentando a tensão aplicada no circuito, aumenta-se a energia transferida por unidade de tempo, por consequência, aumenta a intensidade de corrente. A tensão aplicada ao circuito (tensão aos terminais da fonte) é a mesma que aos terminais do recetor.

Se a fonte for a mesma (não for alterada a tensão aos terminais da fonte), a energia transferida por unidade de tempo só depende do recetor. Quanto maior for a resistência elétrica do condutor menor será a carga elétrica que atravessa a sua secção reta por unidade de tempo e, por consequência, menor é a intensidade de corrente que o percorre e menor é a energia transferida no circuito por unidade de tempo.

Num circuito elétrico com uma associação de recetores em série, a tensão aplicada ao circuito “distribui-se” pelos diferentes recetores, sendo a soma da diferença de potencial aos terminais de cada recetor igual à diferença

de potencial aos terminais da fonte (ou aos terminais da associação das fontes). A intensidade da corrente que percorre cada elemento do circuito é a mesma da que percorre a fonte e a diferença de potencial aos terminais de cada recetor depende das características do mesmo.

Num circuito elétrico com uma associação de recetores em paralelo, todos os recetores têm os seus terminais ligados à fonte (ou aos terminais da associação das fontes). A diferença de potencial aos terminais de cada recetor é igual à diferença de potencial aos terminais da fonte. A intensidade da corrente que percorre cada recetor depende das características do recetor e a soma da intensidade das correntes que os percorrem é igual à intensidade da corrente que percorre a fonte.

Uma alteração de um elemento do circuito além de provocar uma alteração local no circuito pode ter efeitos em termos globais no circuito.

➤ Propriedades, operações e relações invariantes:

- A utilização de materiais e dispositivos elétricos exige o conhecimento de regras de segurança;
- Os elementos de um circuito podem estar associados em série ou em paralelo;
- Para que haja transferência de energia num circuito elétrico simples é necessário que o circuito esteja fechado e que haja uma tensão elétrica/diferença de potencial aos terminais da fonte;
- A tensão elétrica é uma característica das fontes, relaciona-se com a energia fornecida às partículas com carga elétrica que atravessam o circuito. Ela também permite estimar se existe energia armazenada num gerador eletroquímico (como as pilhas) que se pode transformar em energia elétrica a transferir para o circuito. Se a tensão aos terminais da pilha for nula, a pilha está descarregada e não há corrente elétrica no circuito;
- A diferença de potencial ( $U$ ) é uma grandeza escalar cuja unidade SI é o volt ( $V$ ). Esta grandeza é medida com um voltímetro;
- A tensão elétrica aos terminais de uma associação de geradores (fontes) em série é igual à soma da tensão aos terminais de cada gerador. A tensão elétrica aos terminais de uma associação de geradores iguais (com a mesma tensão elétrica) em paralelo é igual à diferença de potencial aos terminais de cada gerador;

- A intensidade de corrente elétrica (I) que percorre um fio condutor está relacionada com o número de eletrões (carga elétrica) que atravessa a secção reta do fio por unidade de tempo;
  - A intensidade de corrente elétrica é uma grandeza escalar cuja unidade SI é o ampere (A). Esta grandeza é medida com um amperímetro;
  - A resistência elétrica (R) de um condutor relaciona-se com o grau de dificuldade que o condutor oferece à passagem da corrente;
  - A potência é uma grandeza escalar que mede a rapidez com que a energia é transferida ( $P = \frac{E}{\Delta t}$ ), a unidade SI é o watt (W) ou joule por segundo (J/s);
  - A potência elétrica de um recetor percorrido por corrente elétrica depende da diferença de potencial aos seus terminais (U) e da intensidade da corrente que o percorre ( $P = U I$ );
  - A resistência elétrica é uma grandeza escalar cuja unidade SI é o ohm ( $\Omega$ ). Esta grandeza é medida diretamente com um ohmímetro ou de forma indireta (utilizando um voltímetro para medir a diferença de potencial nos terminais do condutor (U) e um amperímetro para medir a intensidade da corrente que o percorre (I), sendo  $R = \frac{U}{I}$ );
  - Os componentes (por exemplo, lâmpadas, motores, resistências) introduzem resistência no circuito;
  - Num condutor óhmico, a temperatura constante, verifica-se que a diferença de potencial nos seus terminais e a intensidade da corrente que o percorre são diretamente proporcionais, sendo a constante de proporcionalidade o valor da resistência do condutor (Lei de Ohm).
- Contextualização do campo concetual:
- Utilização e manipulação de material elétrico do dia-a-dia e cuidados de segurança a ter em conta na manipulação de equipamento elétrico;
  - Problemas ambientais e de sustentabilidade dos recursos energéticos associados à utilização de equipamento elétrico;
  - Eficiência energética dos equipamentos elétricos utilizados no quotidiano.
- Competências e atitudes a desenvolver:



- Reconhecer o impacto do conhecimento e das aplicações de fenómenos elétricos na sociedade e no ambiente;
  - Reconhecer a importância da utilização dos aparelhos elétricos de forma responsável, com vista à segurança e à “poupança de energia”;
  - Diferenciar a explicação e a linguagem científica da explicação e da linguagem não científica;
  - Desenvolver a capacidade de selecionar, analisar, avaliar de modo crítico, informações em situações concretas;
  - Observar, manipular e descrever situações físicas;
  - Desenvolver capacidades de trabalho em grupo: confrontação de ideias, clarificação de pontos de vista, argumentação e contra-argumentação na resolução de tarefas, com vista à apresentação de um produto final;
  - Persistir com vista à conclusão da tarefa proposta;
  - Aceitar o erro como parte da aprendizagem e da construção do conhecimento;
  - Desenvolver capacidades de comunicação de ideias oralmente e por escrito;
  - Planear uma experiência para dar resposta a uma questão ou testar uma hipótese;
  - Manipular com correção e respeito por normas de segurança, material e equipamento elétrico;
  - Recolher, registar e organizar dados de observações (quantitativos e qualitativos) de formas diversas, nomeadamente em tabelas e em gráficos e fazer a sua interpretação;
  - Modelizar situações e utilizar modelos para fazer previsões;
  - Desenvolver uma aprendizagem significativa e gradualmente autónoma;
  - Utilizar as potencialidades da máquina calcular gráfica e/ou de uma folha de cálculo;
- (Apesar de não fazer parte das OCCFN para o 3º CEB, considerámos conveniente explorar as potencialidades da máquina de calcular gráfica uma vez que os alunos já se encontravam no 10º ano e este aspeto ser uma das competências a desenvolver no ensino secundário na disciplina de Física e Química A).
- Compreender e utilizar o modelo de circuito elétrico simples;
  - Compreender e utilizar o modelo qualitativo da corrente elétrica;

- Saberes disponíveis dos alunos que se pretendem mobilizar:
  - Conhecimento empírico de uma grande variedade de sistemas elétricos de uso diário;
  - Noções básicas associadas ao conceito de energia (fonte, recetor, transformações e transferências de energia, conservação e degradação de energia) e acerca da constituição da matéria;
  - Conhecimentos genéricos sobre fontes de energia utilizadas na “produção de energia” elétrica disponibilizada pela rede elétrica nacional;
  - Noções básicas de cálculo analítico, de proporcionalidade direta e de construção de gráficos e tabelas.

Ao trabalho de organização atrás referido, seguiu-se uma segunda fase onde foram definidas e escolhidas as situações físicas a utilizar, as questões a colocar, as atividades que os alunos deveriam desenvolver e os traços de mediação a ter em conta na implementação e gestão da sequência didática. Após esta escolha, foi necessário estruturar e articular todos estes aspetos de forma a planificar as situações formativas que a seguir se apresentam.

## Organização das Situações Formativas

Para a estruturação das diversas situações formativas utilizámos uma tabela adaptada de Lopes (2004, p. 171)

### Situação Formativa 1

<b>Conteúdos abordados:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilidade do estudo da eletricidade; Perigos e regras de segurança associadas à utilização de equipamentos elétricos.</li> <li>- Fontes e recetores de energia elétrica; Manipulação de circuitos elétricos simples; Número de terminais dos elementos de um circuito elétrico; Noção de circuito elétrico simples; Circuito aberto e fechado.</li> <li>- Representação simbólica de circuitos elétricos simples.</li> <li>- Noção de diferença de potencial e respetiva unidade SI (alguns múltiplos e submúltiplos).</li> <li>- Corrente elétrica, sentido real e convencional da corrente elétrica; noção de intensidade de corrente elétrica e respetiva unidade SI (alguns múltiplos e submúltiplos).</li> <li>- Relações entre a energia transferida num circuito, a intensidade de corrente que o percorre, a diferença de potencial que lhe é aplicada e o intervalo de tempo em que esta é aplicada;</li> <li>- Associação de fontes e recetores (lâmpadas) em série e em paralelo.</li> </ul>				
Situação física apresentada	Questão/Problema	Tarefas (T)/atividades dos alunos:	Recursos	Traços de mediação
Estudo da eletricidade (motivação)	<b>Considera importante estudar eletricidade? Justifique.</b>	$T_{\text{motivação}}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>- Refletir e registar as opiniões (individualmente).</li> <li>- Apresentar oralmente e partilhar com o grande grupo as diferentes opiniões.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quadro e material de escrita;</li> <li>- Imagens projetadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresentar a questão aos alunos.</li> <li>- Incentivar a participação e a argumentação acerca das ideias apresentadas.</li> </ul>

<p>Situação Física (SF)</p> <p>SF<sub>1</sub></p> <p>- Lanterna acesa;</p> <p>- Carrinho de brincar em movimento;</p> <p>Resistência elétrica de aquecimento ligada a uma pilha.</p>	<p><b>O que é necessário para um dispositivo elétrico funcionar?</b></p>	<p>- Sistematizar no quadro as ideias fundamentais.</p> <p>(aula de 45 minutos)</p> <p>T<sub>1</sub>- Trabalho laboratorial (grupo de 3 ou 4 elementos)</p> <p>Com o material disponível:</p> <p>- acender uma lâmpada; ligar uma ventoinha e aquecer uma resistência elétrica.</p> <p>- Trocar a polaridade da pilha aos terminais da lâmpada, da resistência e do motor e observar o que acontece.</p> <p>- Alterar: o brilho da lâmpada, a velocidade de rotação da ventoinha e o aquecimento da resistência.</p> <p>- Representar simbolicamente os circuitos realizados.</p> <p>- Registrar e interpretar as observações efetuadas.</p>	<p>-Lanternas, carrinho de brincar;</p> <p>-Pilhas (de 1,5 V e 4,5 V);</p> <p>-Lâmpadas diferentes e respectivos suportes;</p> <p>- Fios condutores elétricos;</p> <p>- “Crocodilos”;</p>	<p>- Fomentar a partilha de ideias entre os alunos da turma.</p> <p>- Assegurar que os alunos registam as suas opiniões e a dos colegas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentar as situações físicas.</li> <li>• Assegurar que cada tarefa é apropriada e compreendida.</li> <li>• Orientar as tarefas, de modo a otimizar as ideias dos alunos para o desenvolvimento do conhecimento e de competências.</li> <li>• Identificar e avaliar as ideias que os alunos já possuem, aprofundando-as ou reformulando-as.</li> <li>• Acompanhar a execução do procedimento laboratorial /experimental, do registo das observações e conclusões efetuadas.</li> <li>• Fomentar a discussão e partilha de ideias entre os elementos do grupo.</li> <li>• Colocar questões, como:</li> </ul> <p>- Quantos terminais tem cada elemento do</p>
--	--	--	---	---

	<p><b>Como se transfere a energia num circuito elétrico?</b></p>	<p>T<sub>2</sub>- Responder às questões:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifique as transferências e transformações de energia que ocorrem em cada um dos circuitos elétricos efetuados?</li> <li>- Como se transfere a energia num circuito elétrico?</li> <li>- Como podemos alterar a energia transferida para o recetor, em cada um dos circuitos efetuados?</li> <li>- De que depende a transferência de energia num circuito elétrico?</li> </ul> <p>(aula de 135 minutos - aula por turnos)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pequenos motores elétricos e ventoinhas de cartão;</li> <li>- Resistências elétricas de aquecimento;</li> <li>- Voltímetros;</li> <li>- Amperímetros;</li> <li>- Multímetros;</li> <li>- Interruptores;</li> </ul>	<p>circuito?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Onde se encontram os terminais da lâmpada?</li> <li>• Apresentar a representação simbólica de elementos de um circuito, referindo tratar-se de uma representação mais fácil e universal.</li> <li>• Colocar e refletir em questões como: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Qual a função dos diferentes elementos do circuito?</li> <li>- Se a lâmpada não acender, quais são as possíveis causas?</li> <li>- Que transferências e transformações de energia ocorrem nos circuitos elétricos efetuados?</li> <li>- O que significa a expressão?</li> <li>- “Uma lâmpada está fundida”</li> </ul> </li> <li>• Monitorizar cada tarefa e só após a sua conclusão tomar em conta as ideias dos alunos para as desenvolver em grande grupo.</li> <li>• Recorrendo às tarefas realizadas (T1 e</li> </ul>
--	--	---	---	---

SF <sub>1</sub> - Lanterna (continuação)		<p>T3 e T4</p> <p>- Atividade laboratorial -realizada em grupo de 3 ou 4 alunos com Ficha de apoio à atividade laboratorial (Anexo IV)</p> <p>T3- I parte da atividade laboratorial</p> <p>- Desmontar a lanterna, observar o seu interior e identificar o circuito elétrico.</p> <p>- Representar, figurativamente a lanterna e identificar a função de cada componente.</p> <p>- Representar simbolicamente o circuito da lanterna.</p>	<p>T2) e aos conhecimentos dos alunos sobre a constituição da matéria, ir introduzindo os conceitos de circuito elétrico simples, corrente elétrica e sentido de corrente, intensidade de corrente elétrica (I) e diferença de potencial (V).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Com base nas tarefas realizadas (T1 e T2) e na reflexão sobre as questões colocadas, relacionar a transferência de energia no circuito com o valor da tensão aplicada ao circuito e o intervalo de tempo em que foi aplicada.</li> <li>• Instruir os alunos como medir a diferença de potencial entre dois pontos de um circuito e a intensidade de corrente que o percorre.</li> <li>• Colocar e refletir em questões como: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Por que razão a lâmpada da lanterna só acende quando se liga o interruptor?</li> <li>- Como estão associadas as pilhas da</li> </ul> </li> </ul>
---	--	---	---

		<p>T4- II parte da atividade laboratorial</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Com o material disponível, montar um circuito elétrico semelhante ao da lanterna, quando está ligada e quando está desligada.</li> <li>- Representar simbolicamente os circuitos anteriores, indicando o sentido convencional da corrente elétrica.</li> <li>- Responder às questões: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Como variar a transferência de energia no circuito elétrico, sem mudar a lâmpada? Como identificar essa variação?</li> <li>- Como variar a transferência de energia num circuito elétrico, sem alterar a fonte?</li> <li>- Como variar a energia transferida num circuito elétrico?</li> <li>- De que depende a energia transferida num circuito elétrico?</li> </ul> </li> </ul> <p>(aula de 90 minutos -por turnos)</p>		<p>lanterna?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Que significados têm as informações registadas na lâmpada?</li> <li>- O que acontece à lâmpada se o circuito em vez de 2 pilhas tiver 3 ou 4 pilhas associadas em série?</li> <li>- Do nosso quotidiano, sabemos que pilhas iguais não tem o mesmo tempo de duração em qualquer lanterna. A que se deverá este facto?</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Com base nas Tarefas T3 e T4 e na reflexão sobre as questões colocadas continuar a desenvolver a noção de circuito elétrico, a função do interruptor no circuito e o conceito de associação de fontes em série.</li> <li>• Estabelecer a relação entre a energia</li> </ul>
--	--	---	--	---

<p>SF<sub>2</sub>- Pilha desmontada, máquina de calcular e pequenos aparelhos elétricos que utilizam pilhas.</p>		<p>T5 – Tarefa realizada em grupo de 3 elementos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Observar o interior de uma pilha de 4,5 V zinco-carbono (3 elementos de 1,5 V associados em série).</li> <li>- Representar figurativamente a pilha de 4,5 V e identificar os polos da mesma.</li> <li>- Observar e descrever a constituição de um elemento de pilha de 1,5 V.</li> <li>- Observar a associação de pilhas existente em máquinas de calcular e pequenos eletrodomésticos. Fazer a representação figurativa e simbólica das associações observadas.</li> <li>- Prever a relação entre a diferença de potencial de cada pilha e a diferença de potencial de uma associação de pilhas em série e em paralelo.</li> <li>- Medir a diferença de potencial aos terminais de associações de pilhas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pilhas abertas ( 4,5 V e 1,5 V) e pequenos aparelhos elétricos;</li> <li>-Luvas;</li> <li>-Videoprojetor;</li> </ul>	<p>transferida num circuito/energia fornecida pela fonte, a intensidade de corrente elétrica que o percorre, a tensão aos terminais da fonte (ou associação de fontes) e o intervalo de tempo que a fonte está ligada ( <math>E = U I \Delta t</math>).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentar a pilha de Volta e a sua constituição.</li> <li>• Analisar o funcionamento básico de uma pilha.</li> <li>• Colocar e refletir em questões como: <ul style="list-style-type: none"> <li>- O que significa a expressão “ a pilha está gasta”?</li> <li>- Por que razão, ao fim de algum tempo de utilização, se gasta uma pilha?</li> </ul> </li> </ul>
--	--	--	---	---



		<p>para testar as previsões efetuadas. (aula de 90 min)</p> <p>T<sub>6</sub> – Trabalho de pesquisa (realizado em grupo de 4 elementos e extra-aula)</p> <p>Pesquisar sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Os <b>tipos de pilhas</b> disponíveis no mercado e impacto ambiental da utilização de pilhas e baterias (pilhas recarregáveis e não recarregáveis, recolha de pilhas e a necessidade da reciclagem das pilhas) – Será que as pilhas recolhidas são recicladas? E como é feita a reciclagem?</li> <li>- O que aconteceria se de repente as pilhas deixassem de funcionar?</li> <li>- Podemos fazer uma estimativa do nº de pilhas utilizado em Viseu durante um ano/dia?</li> <li>- Os <b>riscos e cuidados de segurança</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Computadores com ligação à Internet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Como se ligam pilhas em série e em paralelo?</li> <li>- Que relação existe entre a diferença de potencial de cada pilha e a diferença de potencial de uma associação de pilhas?</li> <li>- Utilizando as mesmas pilhas, a diferença de potencial aos terminais da associação dessas pilhas em série é igual à diferença de potencial aos terminais da associação das mesmas pilhas em paralelo?</li> <li>- O que distingue uma associação de pilhas em série de uma associação de pilhas em paralelo?</li> <li>• Sintetizar, sistematizar e aprofundar as informações relevantes (a nível teórico e prático)</li> <li>• Avaliar as aprendizagens e os processos de forma contínua.</li> <li>• Orientar o trabalho de pesquisa dos alunos.</li> </ul>
--	--	--	--	---

		<p>na utilização de equipamento elétrico (efeitos causados pela corrente elétrica no ser humano, acidentes que podem ser causados pelo mau uso da energia elétrica).</p> <p>- O <b>tipo de lâmpadas disponíveis no mercado</b> (funcionamento básico das lâmpadas mais utilizadas, comparação das suas potências, luminosidades, consumos energético e necessidade de reciclagem).</p> <p>- O “ <b>Ano internacional da Energia sustentável para todos</b>”.</p> <p>- A <b>eficiência energética</b> (Em que consiste?)</p> <p>(Cada grupo de 4 alunos, realiza uma das pesquisas e apresenta o produto à Turma no final da abordagem didática. O formato do trabalho é escolhido pelos alunos).</p>		
--	--	--	--	--

## Situação Formativa 2

### Conteúdos abordados:

- Perigos e regras de segurança associadas à utilização de equipamentos elétricos.
- Transferências e transformações de energia; Potência elétrica; Unidades de potência e energia; Cálculos de consumo de energia elétrica.
- Significado de informação existente em etiquetas/ fichas técnicas de eletrodomésticos (frequência, tensão, potência e classe energética).
- Corrente contínua e corrente alternada.
- Representação de circuitos elétricos, intensidade de corrente e diferença de potencial; Circuito em série; Circuito em paralelo; Circuito misto.
- Medições de intensidade de corrente e diferença de potencial em diferentes pontos de um circuito.

Situação apresentada	Questão	Tarefas/atividades:	Recursos	Traços de mediação
SF <sub>1</sub> - Lâmpadas de incandescência e fluorescentes compactas de diferentes potências nominais e pequenos	<b>Como podemos diminuir a conta de energia elétrica em casa?</b>	<p>T1- Tarefa realizada em grupo de 3 ou 4 elementos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Observar diferentes tipos de lâmpadas (lâmpadas de incandescência e fluorescentes compactas).</li> <li>- Indicar o significado das informações referidas em cada lâmpada (frequência, potência ou intensidade de corrente e tensão nominais).</li> <li>- Descrever a constituição de uma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lâmpadas de incandescência ( 40 W e 230V; 60 W e 230 V; 2,8 V e 300 mA).</li> <li>- Lâmpadas fluorescentes compactas (11 W e 230 V);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentar as situações físicas.</li> <li>• Assegurar que cada tarefa é apropriada e compreendida.</li> <li>• Orientar as tarefas, de modo a otimizar as ideias dos alunos para o desenvolvimento do conhecimento e de competências.</li> <li>• Acompanhar a execução das tarefas, do registo das observações e conclusões efetuadas.</li> <li>• Fomentar a discussão e partilha de ideias entre os elementos do grupo.</li> </ul>

eletrodomésticos (secador de cabelo, ferro de engomar, varinha mágica e disco elétrico)	<b>De que depende o consumo de energia elétrica numa habitação?</b>	<p>lâmpada de incandescência e explicar o seu funcionamento.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar as transferências e transformações de energia que ocorrem numa lâmpada acesa.</li> </ul> <p>T2- Tarefa realizada em grupo de 3 ou 4 elementos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Observar e manipular um secador de cabelo, uma “varinha mágica” e um disco elétrico. Explicar a base do seu funcionamento.</li> <li>- Observar o interior de um secador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Secadores de cabelo, incluindo um aberto;</li> <li>- Discos elétricos de potência elétrica variável;</li> <li>- “Varinhas mágicas” incluindo uma aberta;</li> <li>- Ferros de engomar</li> <li>- Osciloscópio e fonte de sinais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocar e refletir em questões, como: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Qual o significado das indicações inscritas nas lâmpadas?</li> <li>- O que aconteceria à lâmpada de incandescência (40W; 220V) se fosse utilizada num país onde a tensão fornecida pela rede de distribuição fosse 110 V?</li> <li>- O que aconteceria a uma pequena lâmpada de incandescência (2,8V; 300 mA) se fosse ligada aos terminais de uma pilha de 9,0 V?</li> <li>- Qual é, em geral, a finalidade da utilização das lâmpadas em casa ou na escola?</li> <li>- Por que razões as lâmpadas de incandescência estão a ser substituídas por lâmpadas fluorescentes compactas?</li> <li>- Que transferências e transformações de energia ocorrem numa lâmpada acesa?</li> <li>- Qual é a finalidade da utilização de uma “varinha mágica”?</li> <li>- Como é constituído o interior de um secador?</li> </ul> </li> </ul>
---	---	---	---	---

		<p>de cabelo e de uma “varinha mágica”.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar os circuitos da ventoinha e da resistência do secador de cabelo (aberto).</li> <li>- Identificar as transferências e transformações de energia que ocorrem em cada um dos aparelhos elétricos.</li> <li>- Ler as informações técnicas indicadas nos diversos aparelhos e indicar o seu significado.</li> <li>- Calcular estimativas de consumo de energia elétrica com base na potência indicada nos aparelhos elétricos e no intervalo de tempo (estimado) de funcionamento dos mesmos.</li> </ul> <p>(90 min- aula por turnos)</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Que transferências e transformações de energia ocorrem numa “varinha mágica” e num secador a funcionar?</li> </ul> <p>(Ajudar os alunos a representar, através de diagramas, as transferências de energia que ocorrem nos diversos sistemas analisados).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- De que depende a energia “consumida” por uma lâmpada? E por um secador?</li> <li>- Como se calcula a energia consumida por um eletrodoméstico, como a “varinha mágica” ou o disco elétrico?</li> <li>• A partir do valor da frequência indicada nos aparelhos analisados e da observação dos sinais obtidos no ecrã de um osciloscópio quando ligado aos terminais de uma pilha e de uma fonte de corrente alternada, procurar distinguir corrente contínua de corrente alternada.</li> <li>• Rever o conceito de potência.</li> <li>• Sistematizar e aprofundar as informações relevantes.</li> </ul>
--	--	---	--	---

<p>SF<sub>2</sub>- Conjuntos de lâmpadas de decoração</p>	<p><b>Como estão ligados os eletrodomésticos e as lâmpadas nas nossas casas?</b></p>	<p>T3- Tarefa realizada em casa e individualmente</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Análise de uma fatura de energia elétrica da EDP</li> </ul> <p>(Ficha orientadora para a tarefa em Anexo V)</p> <p>T4- Tarefa realizada pelos alunos (turma)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ligar os dois conjuntos de lâmpadas.</li> </ul> <p>Responder à questão:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- O que acontecerá se for retirada uma das lâmpadas a cada um dos conjuntos?</li> <li>- Registrar as previsões efetuadas.</li> <li>- Registrar as observações efetuadas.</li> <li>- Explicar por que razão ao retirar uma lâmpada a cada um dos conjuntos só num deles as outras lâmpadas continuam a brilhar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fatura de energia elétrica</li> <li>- 2 Conjuntos de lâmpadas de decoração (1 em série e outro em paralelo - decoração de Natal)</li> <li>- Multímetros;</li> <li>- Voltímetros;</li> <li>- Amperímetros;</li> <li>- Fios de ligação e “Crocódilos”;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientar a tarefa 3 (T3) em situação extra-aula (individualmente ou em pequeno grupo).</li> <li>• Com base na tarefa 4 (T4) distinguir associação de recetores em série e em paralelo.</li> </ul>
---	--	---	--	--

		<p>- Responder à questão:</p> <p>- Estarão as lâmpadas dos dois conjuntos apresentados ligados do mesmo modo?</p> <p>(aula de 45 minutos)</p> <p>T5- Atividade laboratorial - realizada em grupo de 3 ou 4 alunos (Ficha de orientação no Anexo VI)</p> <p>(aula de 90 minutos por turnos)</p> <p>T6 – Exploração de um <i>software</i> de simulação de circuitos elétricos “Edison 4” (Versão de demonstração, disponível gratuitamente, na internet, durante quatro semanas)</p> <p>(aula de 90 minutos por turnos)</p>	<p>- Pilhas;</p> <p>- Lâmpadas de incandescência e respectivos suportes.</p> <p>Computadores pessoais com a versão de demonstração do <i>software</i> Edison instalado e o videoprojetor da sala.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Com base na realização da tarefa 5 (T5), sintetizar, sistematizar e aprofundar as diferenças de comportamento de um circuito em série de um circuito em paralelo, bem como de um circuito misto.</li> <li>• Avaliar as aprendizagens e os processos, com vista à sua regulação.</li> <li>• Apresentar as funcionalidades do “Edison 4”.</li> <li>• Acompanhar e orientar os alunos na exploração do <i>software</i> para o poderem utilizar em casa, durante o tempo disponível gratuitamente.</li> </ul>
--	--	---	---	--

### Situação Formativa 3

#### Conteúdos abordados:

- Representação de circuitos elétricos, intensidade de corrente elétrica e diferença de potencial;
- Conceito de resistência elétrica; Medição direta e indireta da resistência elétrica de um condutor; Unidade SI de resistência elétrica, alguns múltiplos e submúltiplos do ohm; Fatores de que depende a resistência elétrica de um condutor filiforme e homogêneo ( $l$ ,  $\rho$ ,  $A$ ).
- Bons e maus condutores da corrente elétrica.
- Lei de Ohm; Condutores ôhmicos e não ôhmicos.

Situação apresentada	Questão	Tarefas/atividades:	Recursos	Traços de mediação
SF <sub>1</sub> - Moeda, faca de plástico, dois lápis (um afiado numa só extremidade e o outro nas duas extremidades), vareta de vidro, borracha, faca metálica com	<b>Será que todos os materiais conduzem igualmente a corrente elétrica?</b>	<p>T<sub>1</sub>- Tarefa realizada em grupo de 3 ou 4 elementos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prever se os materiais apresentados são bons condutores da corrente elétrica.</li> <li>- Solicitar o material necessário para comprovar as previsões efetuadas.</li> <li>- Comprovar experimentalmente e tirar conclusões.</li> <li>- Representar simbolicamente os circuitos efetuados.</li> <li>- Classificar os materiais apresentados em bons e maus condutores da corrente elétrica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Moedas, facas de plástico, lápis, varetas de vidro, borrachas, facas metálicas com cabo de madeira /ou plástico,</li> <li>peças de porcelana do laboratório e molas metálicas.</li> <li>- Lâmpadas com suporte (de 2,8 V, 3,6 V e 4,8 V); fios de ligação; fita-cola</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentar as situações físicas.</li> <li>• Assegurar que cada tarefa é apropriada e compreendida.</li> <li>• Orientar as tarefas, de modo a otimizar as ideias dos alunos para o desenvolvimento do conhecimento e de competências.</li> <li>• Acompanhar a execução das tarefas, do registo das observações e conclusões efetuadas.</li> <li>• Fomentar a discussão e partilha de ideias entre os elementos do grupo.</li> <li>• Colocar e refletir em questões, como: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Como posso verificar se os materiais</li> </ul> </li> </ul>



<p>cabo de madeira /ou plástico, vareta de vidro, objetos de porcelana e mola metálica</p>	<p><b>Como posso avaliar a oposição que um condutor oferece à passagem da corrente elétrica?</b></p>	<p>T2- Tarefa realizada em grupo de 3 ou 4 elementos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Montar circuitos com pilhas de 1,5 V, lâmpadas de incandescência diferentes e um amperímetro para testar as previsões efetuadas, relativas às questões colocadas, pela professora e pelos alunos.</li> <li>- Observar e tirar conclusões. (aula de 45 minutos)</li> </ul> <p>T3- (Tarefa realizada em grupo de 3 ou 4 elementos)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fazer medições indiretas da resistência elétrica de diferentes condutores, utilizando dois multímetros (um em modo voltagem)</li> </ul>	<p>Crocodilo; pilhas (1, 5 V e 4,5 V)</p> <p>- Multímetros</p>	<p>apresentados são bons condutores da corrente elétrica?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Qual é o objeto que manifesta maior resistência/oposição à passagem da corrente elétrica?</li> <li>- Como posso avaliar essa oposição, utilizando um circuito elétrico?</li> <li>- Se tiver duas lâmpadas diferentes ligadas aos polos de uma mesma pilha, será que oferecem a mesma oposição à passagem da corrente elétrica? Qual é o valor da grandeza elétrica que se altera?</li> <li>• Solicitar aos alunos que verifiquem experimentalmente as suas ideias e tirem conclusões.</li> <li>• Com base na reflexão sobre as questões colocadas, nos conhecimentos dos alunos acerca da constituição da matéria, do conceito de intensidade de corrente e diferença de potencial, ir construindo o conceito de resistência elétrica de um condutor e o modo de a medir indiretamente.</li> </ul>
--	--	--	--	---

		<p>e o outro em modo amperímetro) inseridos no circuito elétrico.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Efetuar medições diretas da resistência elétrica de diferentes condutores, utilizando um multímetro em modo ohmímetro.</li> <li>- Comparar o valor da medição direta com o valor da medição indireta, da resistência elétrica de uma mola metálica.</li> <li>- Medir a resistência elétrica do corpo humano, colocando os dedos secos nos terminais do multímetro (em modo ohmímetro).</li> <li>- Prever o que aconteceria ao valor da resistência indicado no ohmímetro se as mãos estivessem molhadas.</li> <li>- Repetir a medição com as mãos molhadas e tirar conclusões com base nas medições efetuadas.</li> </ul> <p>(aula de 45 minutos)</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitorizar cada tarefa e só após a sua conclusão tomar em conta as ideias dos alunos para as desenvolver em grande grupo, apresentando a relação <math>R = \frac{V}{I}</math>.</li> <li>• Instruir os alunos como efetuar medições diretas da resistência elétrica de condutores.</li> <li>• Apresentar a unidade SI de resistência elétrica e alguns dos seus múltiplos e submúltiplos.</li> <li>• Salientar que todos os componentes de um circuito, desde as pilhas às lâmpadas, motores, aparelhos de medida e fios de ligação, apresentam resistência elétrica.</li> <li>• Referir o voltímetro como um exemplo de um condutor com elevada resistência elétrica e o amperímetro, os fios de ligação e os interruptores como exemplos de componentes com pequeníssima resistência elétrica (podendo ser considerada desprezável).</li> <li>• Referir que a variação da temperatura</li> </ul>
--	--	--	--	---

<p>SF<sub>2</sub>- Resistência elétrica de um aquecedor antigo (Fio metálico em espiral 750 W, 220 V), dois fios de aço com o mesmo comprimento e diferentes diâmetros, dois fios de cromoníquel com o mesmo diâmetro e comprimentos diferentes.</p>	<p><b>De que fatores depende a resistência elétrica de um fio condutor?</b></p>	<p>T<sub>4</sub>- Atividade Prevê Observa e Explica (POE) realizada em grande Grupo (metade da turma- turno) sob a orientação da professora e com a colaboração de alguns alunos do grupo.</p> <p>Estudo qualitativo dos fatores de que depende a resistência elétrica de um condutor filiforme e homogêneo</p>	<p>- Quadro; resistência elétrica de um aquecedor antigo; dois fios de aço com o mesmo comprimento e diferentes diâmetros; dois fios de aço com o mesmo diâmetro e comprimentos diferentes; dois fios de cromoníquel com o mesmo diâmetro e diferentes comprimentos; reóstato aberto, multímetros; fios de ligação e pilhas de 4,5V.</p>	<p>pode alterar a resistência de um condutor.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Colocar e refletir em questões como:</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- De que depende a resistência elétrica deste fio condutor homogêneo?</li> <li>- Como posso testar a previsão efetuada?</li> <li>- Que grandezas se devem controlar para testar essa previsão?</li> <li>- Que material necessita para testar a sua previsão?</li> <li>- Construa o circuito que lhe permita testar a sua previsão. O que observa?</li> <li>- Como explica a observação efetuada?</li> <li>- De que forma este fator influencia a resistência do condutor?</li> <li>- Será este o único fator de que depende a resistência elétrica de um fio condutor?</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>Com base no conceito de resistência elétrica anteriormente trabalhado e a partir da interação entre os alunos e entre alunos e professora (através do questionamento) orientar a construção do conhecimento, sem identificar erros ou corrigir diretamente as</li> </ul>
--	---	---	--	---

		<p>T<sub>5</sub>-</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Observar a constituição e funcionamento de um reóstato aberto.</li> <li>- Concluir sobre o interesse da utilização de reostatos nos circuitos elétricos a partir da observação da variação da intensidade da corrente num circuito com um reóstato instalado em série.</li> </ul> <p>(aula de 90 minutos)</p> <p>T<sub>6</sub>- Atividade Laboratorial – realizada em grupo de 3 ou 4 elementos  “Lei de Ohm. Condutores ôhmicos e não ôhmicos.”  (Ficha auxiliar à atividade laboratorial no Anexo VII)  (aula de 90 min por turnos)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Multímetros; fios de ligação; crocodilos; geradores de corrente contínua (com d.d.p variável); resistências de carvão; lâmpadas de incandescência com suporte; díodos.</li> </ul>	<p>opiniões dos alunos. Estes são solicitados e incentivados a confrontar as suas opiniões com os resultados experimentais e a partir daí tirar conclusões.</p> <p>Só após as conclusões, obtidas pelos alunos, do estudo qualitativo dos fatores de que depende a resistência elétrica de um condutor, apresentar a expressão matemática <math>R = \rho \frac{L}{A}</math> e explorar o seu significado.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sublinhar e valorizar a participação dos alunos na construção do seu próprio conhecimento.</li> <li>• Apresentar a representação simbólica de um reóstato.</li> <li>• Acompanhar a execução das tarefas, do registo das observações e conclusões efetuadas.</li> <li>• Sintetizar, sistematizar e aprofundar as informações relevantes (a nível teórico e prático).</li> </ul>
--	--	--	--	---

### **3.6. Método de análise dos dados**

A realização de qualquer investigação tem como finalidade principal encontrar respostas para o problema e/ou questões que a originaram. Neste sentido, torna-se necessário aferir em que medida as informações recolhidas correspondem a tais intentos, tornando-se imprescindível uma análise dos dados recolhidos.

Se, numa primeira fase, o processo de análise se pode limitar à verificação empírica dos dados recolhidos, a realidade onde ocorrem os fenómenos ou situações em estudo é, normalmente, mais rica e complexa do que se imagina quando é desenhada a investigação, o que obriga a uma análise mais penetrante e particularizada. Neste sentido, compreende-se que numa observação atenta dos fenómenos educativos se manifestem frequentemente “outros factos além dos esperados e outras relações que não devemos negligenciar”, o que, por conseguinte, nos obriga a “interpretar estes factos inesperados”, sendo, por vezes, necessário rever ou afinar algumas das questões inicialmente delineadas (Quivy & Campenhoudt, 2013, p. 211)

A análise dos dados qualitativos significa processar o material recolhido durante a investigação e decidir que informação, aí contida, é importante para a investigação, a fim de ser tratada de modo a evidenciar significados da realidade estudada (Lüdke & André, 1986).

Erickson (1989, p. 262-263) considera a existência de duas tarefas essenciais na análise de dados. Uma tarefa é gerar afirmações empíricas, através de diferentes níveis de indução, o que exige um exame circunstanciado do “corpus de dados”, isto é, rever todo o conjunto de notas de campo, respostas de questionários, documentos referentes ao contexto, notas ou gravações de entrevistas, e outros materiais que foram sendo recolhidos, ao longo do processo investigativo. Outra tarefa fundamental é “estabelecer uma base de evidências para as afirmações que se deseja efetuar”, o que exige uma revisão reiterada do conjunto de dados para “verificar a validade da afirmação gerada, procurando ao mesmo tempo argumentos a favor e contra”. Assim, a análise da informação compreende “o trabalho com os dados, a sua organização, a divisão em unidades manipuláveis, síntese, procura de padrões, descoberta dos aspetos importantes e do que deve ser aprendido e a decisão sobre o que vai ser transmitido aos outros” (Bogdan & Biklen, 1994, p. 205).

Embora a análise de dados, num estudo qualitativo, esteja presente em várias fases do estudo, torna-se mais sistemática e mais formal no fim da recolha dos dados. Sendo uma das etapas essenciais de qualquer investigação, a análise de dados não deve ser desligada da sua interpretação, de modo a dar sentido ao que observamos, e ajudar a compreender e relacionar os dados recolhidos.

Analisar as evidências de um estudo de caso é uma atividade particularmente difícil por não existirem estratégias e técnicas bem definidas (Yin, 2005). Deste modo, cada investigador desenvolve o seu próprio método em função do problema/questões de investigação, dos objetivos definidos, dos fundamentos teóricos e de outros fatores pertinentes. No entanto, a maior parte dos métodos de análise dos dados dependem de duas técnicas: a análise estatística dos dados e a análise de conteúdo (Quivy & Campenhoudt, 2013). A análise de conteúdo é um dos procedimentos mais utilizados na investigação empírica no campo das ciências sociais e humanas e, como tal, no campo da educação, podendo ser aplicada na análise de texto, de fotografias, de gráficos, de interações verbais de vários tipos, entre outros tipos de comunicação (Bardin, 2011). A análise de conteúdo pode, ainda, ser utilizada em inquéritos, por questionário, quando as perguntas são abertas e originam respostas das quais é necessário extrair significados e, naturalmente, quando temos que analisar entrevistas (Ghiglione & Matalon, 2001).

Nesta investigação os dados qualitativos foram objeto de uma análise de conteúdo, sendo as categorias orientadas pelas questões de investigação e definidas *a posteriori* da recolha dos dados, com base nas semelhança e diferenças das respostas dos participantes e dos comportamentos dos alunos observados. De acordo com Carmo & Ferreira (2008, p. 73), “a definição das categorias pode ser feita *a priori* ou *a posteriori*”, sendo, no segundo caso, o tipo de análise designado por “procedimento exploratório”.

Os principais instrumentos de recolha de dados no nosso estudo, foram o teste diagnóstico e o questionário administrado aos professores. As respostas às perguntas abertas obtidas nestes instrumentos e no questionário de opinião aplicado aos alunos foram sujeitas a uma análise de conteúdo, que é considerada por Bardin (2011, p. 40) como “um conjunto de técnicas de análise das comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens”, cuja finalidade é a “inferência de conhecimentos relativos às condições de produção (ou, eventualmente, de receção), inferência esta que recorre a indicadores (quantitativos ou não) ”.

Segundo Bardin (2011), a inferência é o passo intermédio que, utilizando a dedução lógica a partir de indícios ou indicadores, permite a passagem da etapa descritiva (síntese da comunicação obtida por tratamento da informação, evidenciando aspetos/caraterísticas relevantes), para a última etapa, a interpretação (significado atribuído a cada uma dessas características). Deste modo, foram identificadas as respostas às questões abertas dos

instrumentos atrás referidos e, após a recolha da informação e de uma primeira leitura “flutuante”, foi desenvolvida uma leitura sucessiva e aprofundada das mesmas respostas. Devido à multiplicidade e diversidade de respostas encontradas, estas foram agrupadas em categorias, para facilitar a análise e interpretação das mesmas. As categorias foram definidas *a posteriori* com base nas analogias e diferenças detetadas no conteúdo das respostas, nos padrões de comportamento, nas formas dos sujeitos pensarem, isto é, através da identificação de ideias centrais ou “núcleos de sentido” (Bardin, 2011, p. 131) atribuídos às respostas/mensagens e cuja presença pensamos ter um significado pertinente para a análise dos dados, tendo em conta os objetivos e questões da investigação.

Após a caracterização das respostas, procedeu-se à determinação da frequência absoluta e/ou relativa das mesmas, cujos resultados se optou por apresentar em tabelas e gráficos.

Relativamente às questões de escolha múltipla de leque fechado, determinou-se a frequência relativa e/ou absoluta com que cada resposta alternativa foi selecionada.

Nas perguntas de escolha múltipla onde o inquirido é solicitado a escolher um número livre ou pré-determinado de opções, as respostas obtidas foram decompostas, considerando que uma mesma pessoa deu várias respostas. Procedendo deste modo, perdemos a informação inerente ao facto de ter sido a mesma pessoa a escolher simultaneamente diferentes respostas. Todavia, o que perdemos em informação, por comparação com as respostas simultâneas, ganhamos em possibilidade de utilização. De outro modo teríamos que construir um código com um número elevado de rúbricas que, apesar de respeitar o que o inquirido disse, se tornaria inútil, exceto quando se dispõe de uma amostra grande, que, definitivamente, não é o nosso caso. Após o tratamento referido determinou-se a percentagem/frequência de escolha de cada resposta, relativamente ao número total de inquiridos. A quantificação e a apresentação dos resultados em tabelas e gráficos foram feitas com recurso à ferramenta *excell*.

## **Capítulo IV**

### **APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

#### **4.1. Introdução**

Este capítulo tem como finalidade apresentar e analisar os resultados obtidos nas diferentes fases deste trabalho empírico. Deste modo, o capítulo inicia-se com a apresentação e análise dos resultados obtidos no teste aplicado aos alunos antes e após a intervenção didática (secção 4.2) e do questionário de opinião a que os alunos responderam no final dessa intervenção (secção 4.3). O capítulo termina com a apresentação e interpretação dos resultados obtidos através do questionário aplicado aos professores.

#### **4.2. Apresentação e análise dos resultados dos pré e pós testes**

Nesta secção são apresentados e analisados os resultados obtidos com a aplicação do teste aos alunos (Anexo I). O teste foi aplicado antes (pré teste) e após (pós teste) a intervenção didática sobre a temática circuitos elétricos. Com a sua aplicação antes da implementação da proposta didática, pretendeu-se conhecer a perceção dos alunos sobre a sua experiência de aprendizagem a respeito da temática circuitos elétricos, no ensino básico. Pretendeu-se, igualmente, identificar e interpretar as concepções e competências dos alunos sobre a temática em estudo e detetar o possível uso indiscriminado da linguagem na mesma temática. A sua aplicação, após a intervenção didática, teve como finalidade possibilitar uma apreciação da evolução das concepções e competências dos alunos sobre o assunto estudado.

##### **4.2.1. Caracterização do percurso dos alunos relativamente ao ensino e aprendizagem da eletricidade.**

Com o objetivo de recolher informações gerais sobre a perceção dos alunos, acerca da aprendizagem no âmbito da eletricidade ao longo da sua escolaridade, estes responderam a



algumas questões que se encontravam na 1ª página do pré teste. Os resultados obtidos apresentam-se na tabela 2. e no gráfico nº 2.

**Tabela 2.** Estudo da eletricidade ao longo da escolaridade dos alunos (20)

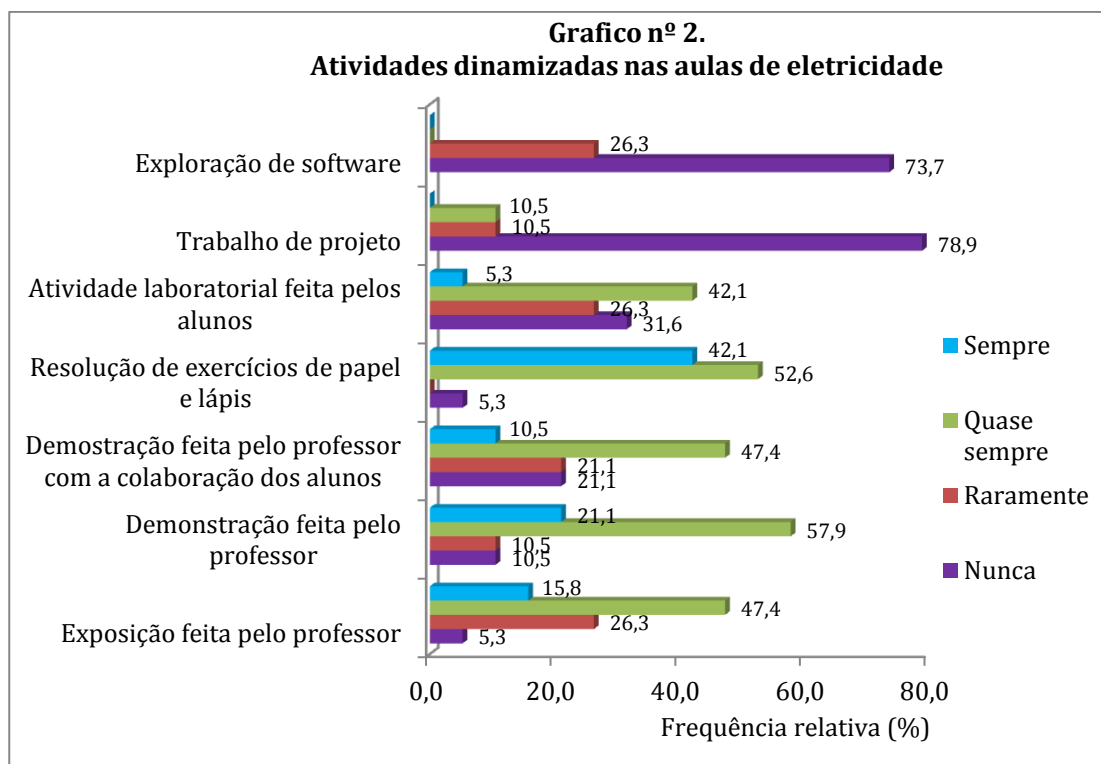
Variáveis		Frequência	Porcentagem
<b>O aluno já tinha estudado eletricidade</b>	Sim	19	95%
	Não	1	5%
<b>Ano(s) de escolaridade em que foi estudada a eletricidade</b>	8º e 9º	1	5%
	9º	17	85%
	9º e 10º	1	5%
<b>Número de aulas de 45 min dedicadas ao estudo da eletricidade</b>	Três ou menos	9	45%
	Entre três e seis	10	50%
	Mais de seis	0	0%

Dos dados apresentados tabela 2. verifica-se que:

- A quase totalidade dos alunos (95%) desta turma estudou eletricidade no 9º ano de escolaridade, apenas um dos alunos (5%) referiu não ter tido aulas sobre este conteúdo. Somente um dos alunos referiu ter estudado eletricidade também no 8º ano e o aluno que estava a repetir o 10º ano também referiu ter abordado esse assunto no 10º ano de escolaridade;

- Os alunos referiram, em percentagens praticamente idênticas (50%), ter tido no máximo até três aulas sobre eletricidade ou entre três e seis aulas, de 45 minutos.

O gráfico nº 2 reúne os dados obtidos através das respostas dadas pelos 19 alunos, que afirmaram ter tido aulas sobre eletricidade no 3º CEB, referentes ao tipo de atividades dinamizadas nessas aulas e respetiva frequência relativa.



A análise do gráfico nº2 revela que:

- A maioria dos alunos refere que a resolução de exercícios de papel e lápis foi a atividade dinamizada com maior frequência, já que é apontada por 94,7% dos alunos como tendo sido sempre ou quase sempre implementada nas aulas (42,1% e 52,6% respetivamente);

- A demonstração feita pelo professor é também uma das atividades apontadas por uma percentagem bastante significativa de alunos, tendo ocorrido com bastante frequência (57,9% sempre e 21,1% quase sempre);

- A exposição feita pelo professor é a atividade apontada em 3º lugar, por ordem decrescente de frequência, pois 63,2% dos alunos referem ter sido dinamizada quase sempre ou sempre (47,4% e 15,8% respetivamente);

- Indicada, ainda, pela maioria dos alunos, como dinamizada quase sempre ou sempre surge a demonstração feita pelo professor com a colaboração dos alunos (47,4% e 10,5% respetivamente);

- Apesar da atividade laboratorial efetuada pelos alunos ter sido apontada por um número significativo de alunos como tendo sido dinamizada com alguma frequência nas aulas, a maioria dos alunos (57,9%) refere nunca ou raramente a ter realizado (31,6% e 26,3%, respetivamente);

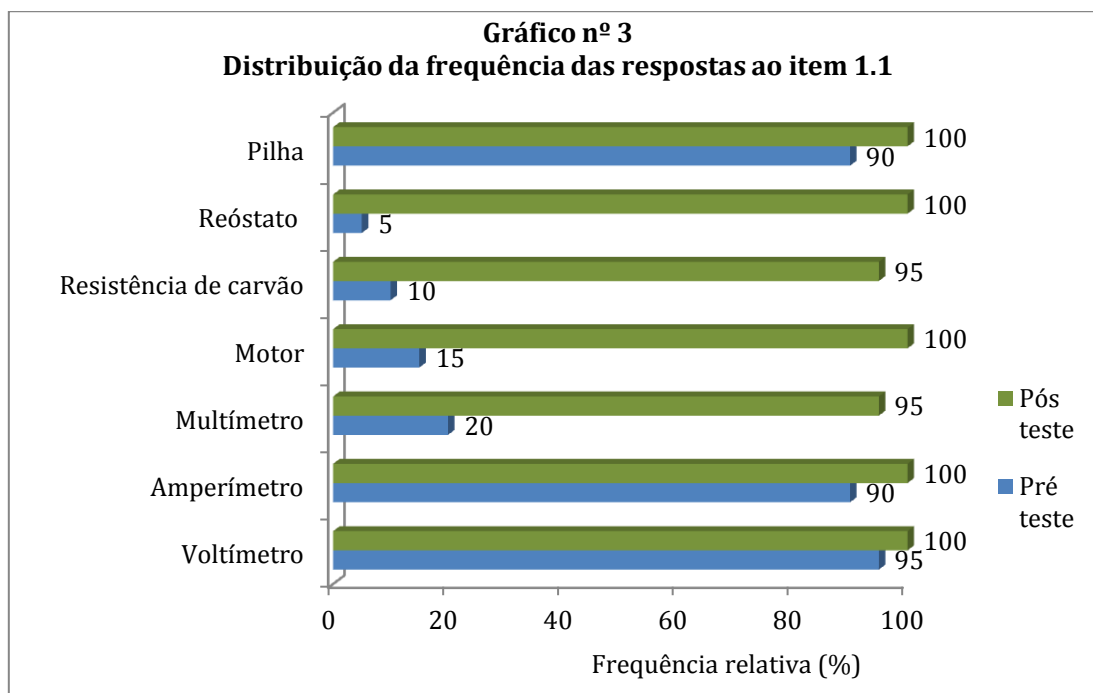
- O trabalho de projeto e a exploração de *software* foram as atividades apontadas como menos frequentes na abordagem da eletricidade, pois 78,9% e 73,7% respectivamente dos alunos referiram nunca terem sido implementadas.

É de destacar que 2 alunos (10,5%) referiram ter efetuado trabalho de projeto quase sempre como atividade de aprendizagem da eletricidade. Questionados sobre esse trabalho, os alunos revelaram terem pertencido a um Clube de Ciências onde foram desenvolvidas essas atividades.

#### 4.2.2. Resultados obtidos na Parte I dos Pré e Pós testes

##### 1. Componentes de um circuito elétrico

O item 1.1 do teste tinha como objetivo verificar se os alunos identificavam corretamente alguns componentes utilizados no estudo do conteúdo programático “ Circuitos elétricos” do ensino básico. O gráfico nº3. apresenta os resultados obtidos na identificação correta dos componentes de circuitos elétricos fornecidos aos alunos (1-voltímetro, 2- amperímetro, 3- multímetro, 4- motor, 5-resistência elétrica de carvão, 6-reóstato e 7-pilha de 4,5 V).

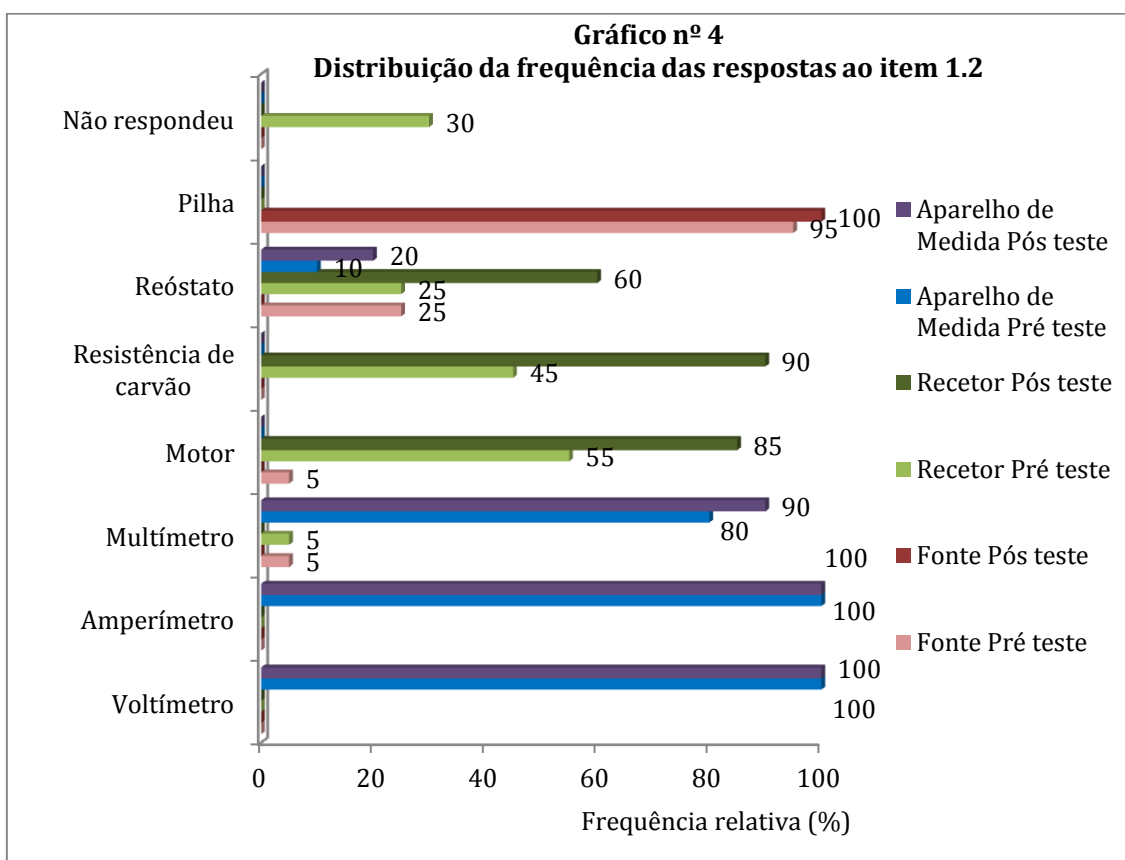


Da análise deste gráfico verifica-se que:

- A pilha, o voltímetro e o amperímetro foram identificados corretamente pela grande maioria dos alunos no pré teste e por todos os alunos no pós teste;

- Apenas uma pequena percentagem de alunos conseguiu reconhecer, no pré teste, o reóstato, a resistência de carvão, o motor e o multímetro (5%, 10%, 15% e 20%, respetivamente), enquanto, no pós teste, estes elementos foram corretamente identificadas pela totalidade ou pela grande maioria dos alunos.

No item 1.2 pretendia-se averiguar se os alunos classificavam corretamente os componentes elétricos atrás referidos em fontes de energia, recetores e aparelhos de medida. A distribuição da frequência relativa das respostas a essa questão apresenta-se no gráfico nº4.



Das informações extraídas do gráfico nº 4 pode constatar-se que:

- Todos os alunos identificaram corretamente o amperímetro e o voltímetro como aparelhos de medida, quer no pré teste quer no pós teste. Apenas uma pequena percentagem de alunos não considerou o multímetro como aparelho com esta função (20% no pré teste e 10% no pós teste);

- A totalidade dos elementos da turma identificou a pilha como fonte de energia. Apenas um aluno não a identificou como tal, no pré teste, o que não é de estranhar uma vez que é uma componente de utilização frequente no dia a dia;

- Os alunos manifestaram mais dificuldade em identificar os recetores de energia. No pré teste, apenas o motor foi reconhecido como recetor de energia pela maioria dos alunos (55%), a resistência de carvão foi classificada como recetor por 45% dos alunos, o reóstato por 25% e 30% dos alunos não respondeu (NR). Como se pode ler no gráfico anterior, a percentagem de alunos que identificou corretamente os recetores aumentou significativamente do pré para o pós teste.

Da análise conjunta dos gráficos nº 3 e nº 4 parece poder inferir-se que os componentes reóstato, motor e resistência elétrica de carvão eram os menos conhecidos dos alunos, principalmente antes da intervenção didática.

No item 1.3.1 requereu-se aos alunos a observação cuidadosa de uma lâmpada de incandescência e a descrição da sua constituição. As respostas obtidas foram muito variadas. Por vezes, a descrição confunde-se com a tentativa de explicar o funcionamento da lâmpada. A partir da análise das respostas criaram-se categorias com base nos constituintes da lâmpada neles referidos. Os resultados obtidos apresentam-se na tabela 3.

**Tabela 3** - Distribuição das respostas ao item 1.3.1 do teste, por número de alunos.

			Nº de alunos	
Item	Categoria		Pré teste	Pós teste
1.3.1				
Descreva a constituição da lâmpada	A lâmpada é constituída por filamento(s) ou fio de cobre	D1	5	0
	É constituída por uma parte de vidro e filamento(s)/ fio de cobre Ou É constituída por uma parte de vidro e pela “parte roscada”	D2	6	0
	É constituída por “uma parte roscada, vidro e dentro deste um metal” Ou Tem um filamento e dois terminais/ polo positivo e negativo.	D3	2	1
	D4- É constituída por casquilho, filamento e ampola de vidro e 2 terminais	D4	1	7
	Representação figurativa da lâmpada com legenda e/ou acompanhada de descrição onde se destacam: o filamento, 2 hastes e a ampola de vidro.	RF3	0	1

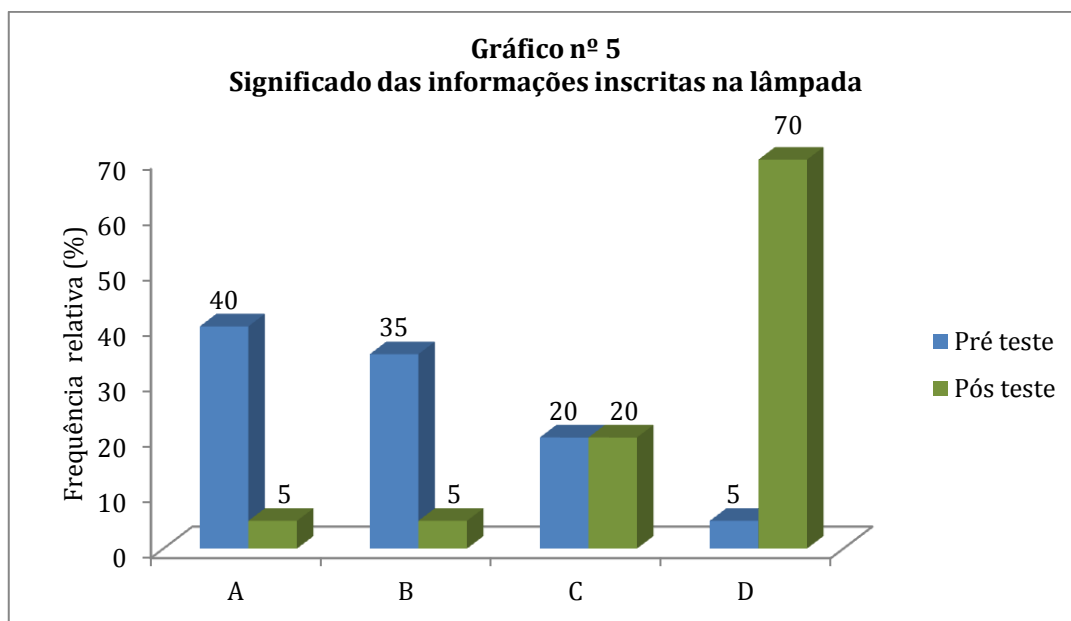
	Representação figurativa da lâmpada com legenda e/ou acompanhada de descrição onde se destacam: o filamento, 2 hastes, a proteção de vidro e a posição dos dois terminais.	<b>RF4</b>	0	10
	Não sabe	<b>NS</b>	1	0
	Não responde	<b>NR</b>	3	1
	Resposta cientificamente incorreta ou sem significado	<b>RI</b>	2	0

Das informações indicadas na tabela constata-se que a descrição da lâmpada de incandescência apresentada por um número significativo de alunos foi mais estruturada e detalhada no pós teste. Destacam-se, como alterações significativas, a indicação dos terminais da lâmpada e a utilização da representação figurativa como apoio à descrição apresentada por mais de metade dos alunos no pós teste, situação que não se tinha verificado anteriormente.

Na questão 1.3.2. pretendia-se que os alunos associassem os valores nominais de diferença de potencial e intensidade da corrente, inscritos na lâmpada de incandescência, aos valores de d.d.p aos terminais da lâmpada e intensidade da corrente que a percorre, respetivamente, acima dos quais a lâmpada pode ser danificada. As respostas obtidas foram organizadas por número de alunos, na tabela 4, e a distribuição da frequência relativa das respostas apresenta-se no gráfico nº 5.

**Tabela 4** - Distribuição das respostas à questão 1.3.2 do teste, por número de alunos.

			Nº de alunos	
Item 1.3.2	Categoria		Pré teste	Pós teste
Transcreva a informação que aparece escrita na lâmpada e indique o seu significado.	Apenas regista os valores inscritos na lâmpada : 4,8 V e 0,3 A.	<b>A</b>	8	1
	Regista os valores inscritos, associando-lhes, pelo menos uma grandeza incorreta.	<b>B</b>	7	1
	Regista os valores inscritos na lâmpada, associando 4,8 V a um valor de diferença de potencial/voltagem e/ou a 0,3 A um valor de intensidade de corrente	<b>C</b>	4	4
	Regista os valores inscritos na lâmpada, associando a 4,8 V e/ou a 0,3 A os valores máximos de d.d.p e/ou intensidade da corrente a que deve estar sujeita a lâmpada.	<b>D</b>	1	14



Observando o gráfico nº 5., é possível constatar que a percentagem de alunos que apresenta uma resposta correta ou aproximadamente correta (D) aumentou de 5% no pré teste para 70% no pós teste.

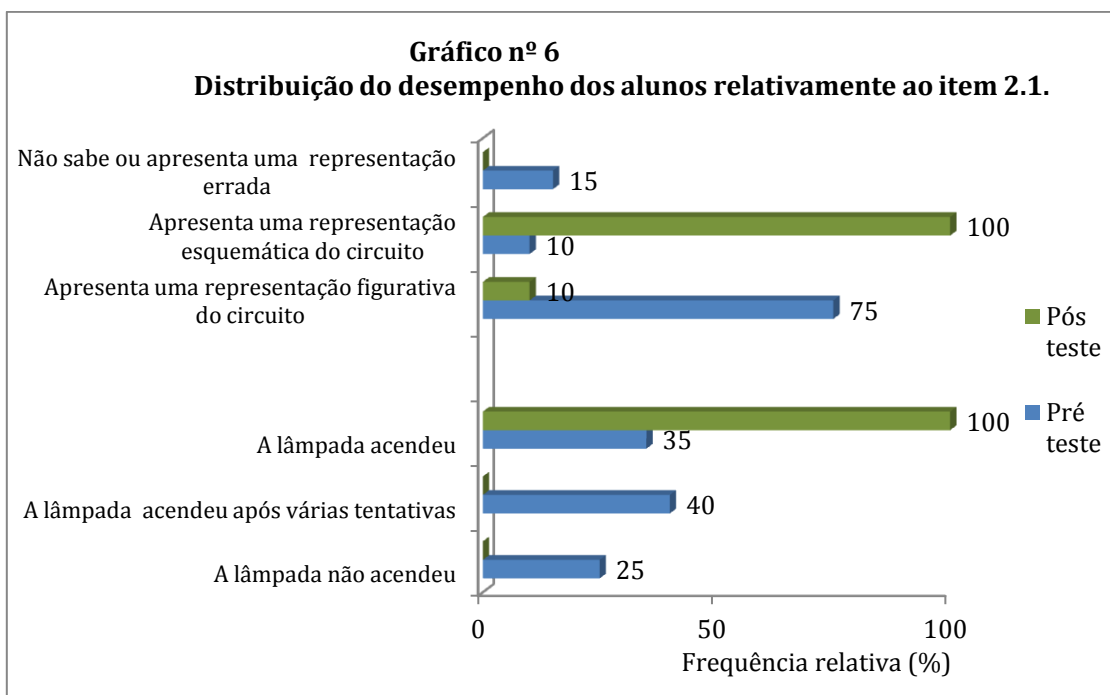
A frequência relativa com que os alunos apenas transcrevem as indicações que se encontram na lâmpada e/ou associam a essas indicações grandezas incorretas apresenta uma descida considerável no pós teste.

É de referir que no pré teste a potência é a grandeza incorreta mais frequentemente associada ao valor de d.d.p nominal (4,8 V), sendo a energia também referida por 2 alunos. No pós teste apenas em 1 das respostas se associa 4,8 V a um valor de potência.

## ***2. Funcionamento de uma lâmpada de incandescência***

Para realizar as tarefas proposta em 2. foi fornecido o seguinte material: 2 fios de cobre revestidos de plástico com pontas descarnadas; 2 fios de aço revestidos de plástico transparente com pontas descarnadas, 2 fios de plástico (material idêntico ao revestimento dos fios de cobre); 2 fios de nylon, 2 varetas de grafite, 2 varetas de vidro; 2 suportes para lâmpadas; 2 pilhas cilíndricas de 1,5 V; 3 lâmpadas de incandescência; fita-cola; e 1 tesoura.

No item 2.1. foi solicitado aos alunos que acendessem uma lâmpada utilizando 2 dos fios fornecidos e que apresentassem a representação do circuito utilizado. O desempenho dos alunos encontra-se registado no gráfico nº 6.



Da análise dos resultados apresentados no gráfico pode-se inferir que uma percentagem elevada de alunos sentiu, no pré teste, dificuldade em executar a tarefa pedida, uma vez que 25% dos alunos não conseguiu acender a lâmpada e 40% apenas o conseguiu após várias tentativas fracassadas. É de referir que o erro mais frequentemente cometido foi a utilização de circuitos abertos e dois alunos não utilizaram a fonte de energia (pilha) na construção do circuito.

A evidenciar as dificuldades sentidas pelos alunos apresentam-se algumas citações dos mesmos aquando da realização da tarefa *“E isto como se usa? Eu não sei nada disto”* ou *“Não sei que fios utilizar”* e *“Tanto tentei que consegui!”*.

Os resultados apresentados mostram ainda que, no pré teste, a maioria dos alunos, apresentou uma representação figurativa do circuito utilizado e apenas um aluno utilizou a representação esquemática. Isto leva-nos a pensar que os alunos não conheciam a representação simbólica dos componentes utilizados (pilha, fios de ligação e lâmpada).

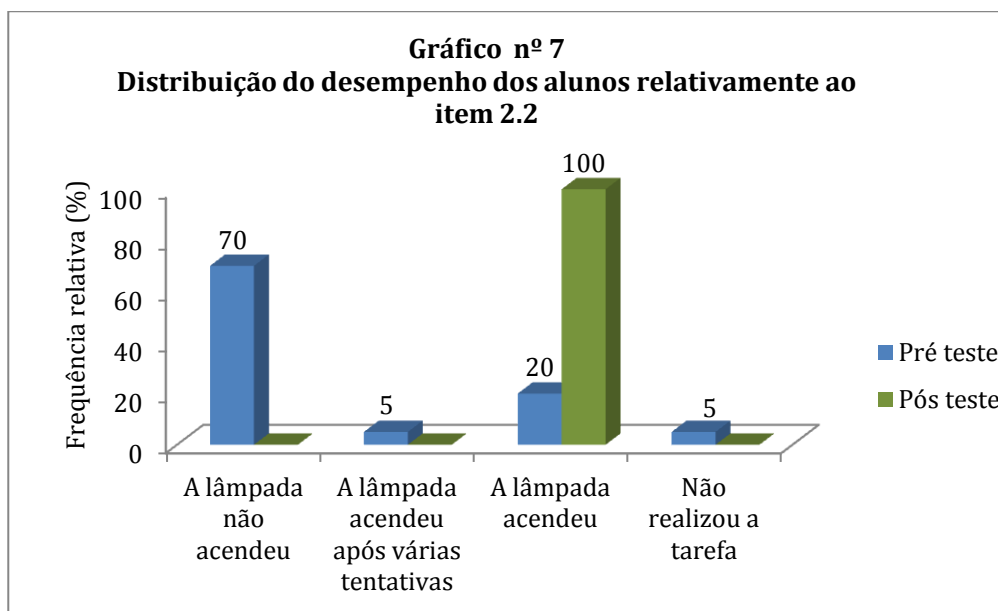
Como se pode constatar, o desempenho dos alunos melhorou muito no pós teste, já que todos conseguiram realizar a tarefa sem dificuldade e representaram esquematicamente o circuito utilizado. Houve dois alunos que, para além da representação esquemática apresentaram também uma representação figurativa.

A tarefa proposta no item 2.2. era acender uma lâmpada sem suporte, utilizando um fio de ligação. Com este item pretendia-se averiguar se os alunos sabiam que uma lâmpada



tem dois terminais, a posição onde estes se encontram e que para a lâmpada acender tem que o circuito, a que esta pertence, estar fechado.

Os resultados obtidos encontram-se no gráfico nº 7.



Do gráfico anterior verifica-se que, no pré teste a maioria dos alunos (70%), mesmo após várias tentativas falhadas, não conseguiu acender a lâmpada e que apenas 20% dos alunos o conseguiu sem dificuldade.

Tal como na tarefa proposta no item 2.1 o erro que os alunos cometeram com mais frequência foi não terem fechado o circuito. Verificou-se, também, que os mesmos dois alunos que não utilizaram a pilha na tarefa anterior continuaram a não a utilizar nesta.

Comparando os resultados apresentados nos gráficos nº 6 e nº 7 verifica-se que os alunos tiveram um desempenho inferior no item 2.2. do que no item 2.1. Esta diferença parece ser devida ao desconhecimento da necessidade de existirem dois terminais na lâmpada e/ou da localização dos mesmos. Alguns comentários de alunos, que tiveram um bom desempenho no item anterior, durante a realização desta tarefa, parecem comprovar esta ilação, “ Não se consegue só com um fio” e “ Não acende porque precisa de dois polos com apenas um não acende”.

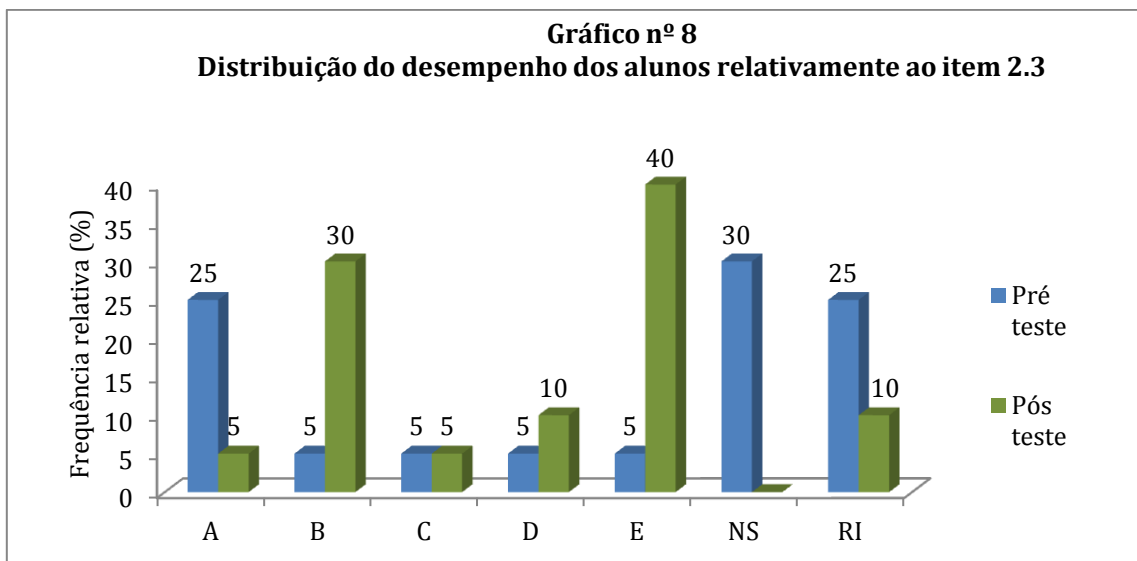
Os resultados apresentados no gráfico nº 7 mostram a evolução positiva verificada no desempenho dos alunos, do pré para o pós teste.

Com o item 2.3 pretendia-se interpretar as concepções dos alunos sobre o funcionamento de uma lâmpada de incandescência (razões para uma lâmpada de incandescência emitir luz).

As respostas dos alunos encontram-se organizadas na tabela 5 e a distribuição da frequência relativa das mesmas respostas no gráfico nº 8.

**Tabela 5-** Distribuição das respostas ao item 2.3. do teste, por número de alunos.

Item 2.3.	Categoria		Nº de alunos	
			Pré teste	Pós teste
Explique por que razão uma lâmpada de incandescência emite luz.	A lâmpada de incandescência emite luz, porque recebe energia de uma fonte de energia	A	5	1
	A lâmpada de incandescência emite luz, porque passa corrente elétrica no filamento	B	1	6
	A lâmpada de incandescência emite luz, porque a lâmpada transforma energia elétrica em luz (ou em luz e calor).	C	1	1
	Uma lâmpada de incandescência emite luz, porque o seu filamento aquece	D	1	2
	A lâmpada de incandescência emite luz, porque a corrente elétrica atravessa o filamento de tungsténio, este aquece tornando-se incandescente, emitindo luz.	E	1	8
	Não sabe	NS	6	0
	Resposta incorreta ou inconclusiva	RI	5	2



Observando os dados apresentados no gráfico nº 8., pode constatar-se que, antes da intervenção didática, a maioria dos alunos responde que não sabe ou apresenta respostas cientificamente incorretas ((30%) e 25%, respetivamente) e 35% dos alunos indicam explicações muito simplistas (categorias de respostas A, B e C). É de salientar que apenas 2 alunos referem que a emissão de luz na lâmpada é devida ao aquecimento do filamento e apenas um deles atribui o efeito do aquecimento à passagem de corrente elétrica no filamento.

Após a intervenção didática, verifica-se que nenhum aluno responde que “Não sabe” e a percentagem de alunos com respostas incorretas baixou para 10%. A frequência relativa das respostas com explicações muito básicas continua a ser expressiva, pois 30% dos alunos apresentam como explicação para a lâmpada emitir luz apenas a passagem da corrente elétrica no filamento. Verificou-se, no entanto, uma melhoria ao nível da estrutura das respostas dadas, aumentando significativamente o número de respostas na categoria E (resposta cientificamente mais correta).

### ***3. Circuitos série e paralelo***

3.1. Associação de lâmpadas em série e em paralelo e medição das grandezas intensidade da corrente e diferença de potencial elétrico.

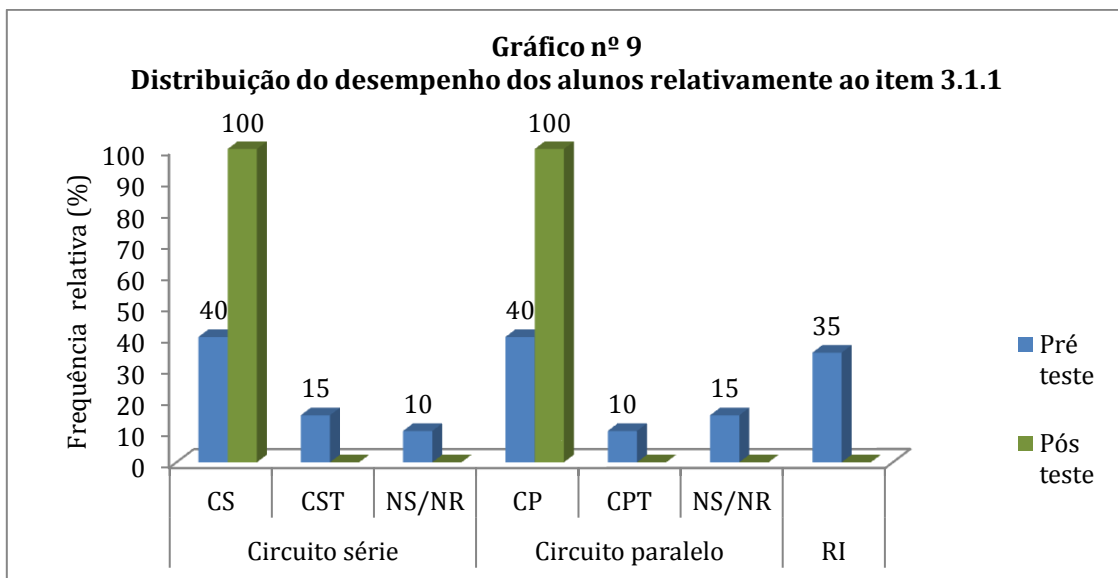
Com o item 3.1.1 pretendia-se observar o desempenho dos alunos na construção de dois circuitos, um com duas lâmpadas associadas em série, e outro com duas lâmpadas associadas em paralelo, utilizando apenas uma pilha, duas lâmpadas iguais e fios de ligação com bainha isoladora e crocodilos.

Os resultados obtidos encontram-se organizados na tabela 6 e no gráfico nº 9.

**Tabela 6** - Distribuição das respostas ao item 3.1.1. do teste, por número de alunos.

			Nº de alunos	
Item 3.1.1.	Categoria		Pré teste	Pós teste
Acenda duas lâmpadas simultaneamente em série e em paralelo. Desenhe os esquemas de montagem utilizados.	Constrói o circuito com as lâmpadas associadas em série e identifica corretamente essa associação.	CS	8	20
	Após várias tentativas constrói o circuito com as lâmpadas associadas em série	CST	4	0
	Constrói o circuito com as lâmpadas associadas em paralelo e identifica corretamente essa associação.	CP	8	20
	Após várias tentativas constrói o circuito com as lâmpadas associadas em paralelo	CPT	3	0
	Resposta incorreta.	RI	7	0
	Não sabe ou não constrói o circuito em série/paralelo	NS	2 / 3	0

Foram categorizadas como respostas incorretas o desempenho de seis alunos que após várias tentativas, construíram o mesmo circuito com arranjos espaciais diferentes, classificando o mesmo tipo de associação de lâmpadas, simultaneamente, como em série e paralelo. Também o desempenho de outro aluno registou a mesma categorização, uma vez que só após várias tentativas conseguiu construir os dois circuitos solicitados, identificando incorretamente a associação das lâmpadas.



Da análise dos dados registados no gráfico nº 9 constata-se que, no pré teste, 40% dos alunos constrói bem os dois circuitos pedidos, distinguindo e identificando corretamente os dois tipos de associação de lâmpadas. Todavia, a percentagem de alunos que não conseguiu construir os circuitos em série e em paralelo situa-se, respetivamente em 45% e 50% e 15% realiza a tarefa proposta com muitas dificuldades e só após várias tentativas.

No Pós teste verifica-se uma evolução positiva, uma vez que todos os alunos desempenham a tarefa pedida, com facilidade.

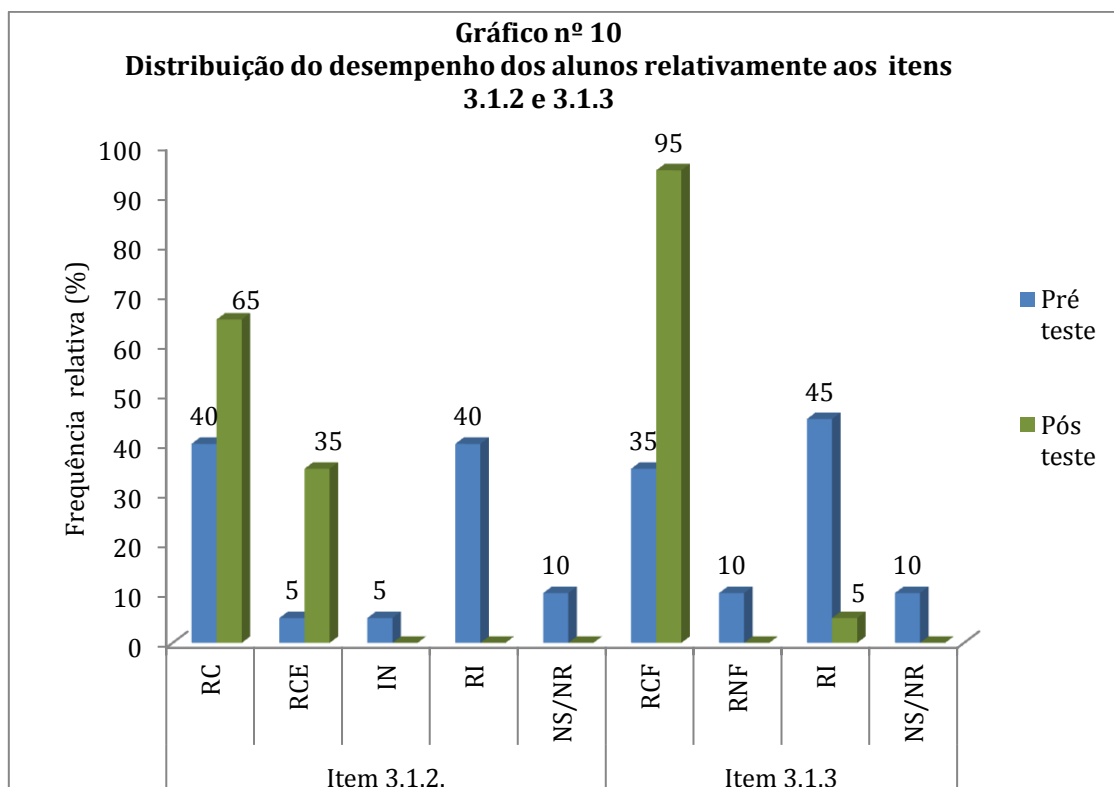
É ainda de referir que, tal como nos itens 2.1 e 2.2, a quase totalidade dos alunos apresenta, no pré teste, uma representação figurativa dos circuitos construídos, enquanto que, no pós teste, todos fazem uma representação esquemática utilizando os símbolos convencionais dos componentes do circuito utilizados.

No item 3.1.2. foi solicitado aos alunos que retirassem uma lâmpada de cada um dos circuitos anteriormente construídos e registassem as observações efetuadas. Com o item 3.1.3 pretendia-se que o aluno indicasse o tipo de associação de lâmpadas instalado na sala de aula, fundamentando a resposta com base nas observações efetuadas no item anterior. O objetivo destes itens era interpretar o registo das observações efetuadas pelo aluno e averiguar a sua capacidade de tirar conclusões baseando-se na observação.

Dado que a resposta ao item 3.1.2 estava dependente do desempenho do aluno no item anterior decidimos apresentar e analisar os dados referentes a estes dois itens simultaneamente. Assim, os dados obtidos referentes a estes dois itens encontram-se organizados na tabela 7 e no gráfico nº 10.

**Tabela 7** - Distribuição das respostas aos itens 3.1.2 e 3.1.3. do teste, por número de alunos

Itens	Categoria		Nº de alunos	
			Pré teste	Pós teste
3.1.2.        e    3.1.3	Quando se retira uma lâmpada do circuito em série, a outra lâmpada deixa de brilhar e quando se retira uma das lâmpadas do circuito em paralelo, a outra continua a brilhar (ou resposta equivalente)	RC	8	13
	Quando se retira uma lâmpada do circuito em série, a outra lâmpada deixa de brilhar e quando se retira uma das lâmpadas do circuito em paralelo, a outra continua a brilhar mas com mais intensidade (ou resposta equivalente)	RCE	1	7
	As lâmpadas na sala de aula estão ligadas num circuito em paralelo porque quando uma funde ou é retirada, as outras continuam acesas (ou resposta equivalente)	RCF	7	19
	Apresenta a conclusão mas não a fundamenta nas observações efetuadas	RNF	2	0
	Resposta incompleta	IN	1	0
	Resposta incorreta (ao item 3.1.2; ao item 3.1.3)	RI	8; 9	0; 1
	Não sabe ou Não responde (ao item 3.1.2; ao item 3.1.3)	NS/ NR	2; 2	0; 0



Os dados apresentados no gráfico anterior revelam que, no item 3.1.2., antes da abordagem didática, 40% dos alunos observaram e registaram corretamente (RC) as observações efetuadas. Porém, metade dos alunos apresenta um registo de observações incorretas ou não responde/não sabe (NR/NS). Este resultado não é de estranhar já que está de acordo com os resultados obtidos no item 3.1.1 onde apenas 40% dos alunos construiu corretamente e sem dificuldade os circuitos em série e paralelo.

No pós teste, e ainda relativamente ao item 3.1.2, verifica-se uma considerável melhoria, já que 65% dos alunos observaram e registaram corretamente (RC) as observações efetuadas. Porém, uma percentagem considerável (35%) dos alunos refere que “quando se retira uma lâmpada do circuito em série, a outra lâmpada deixa de brilhar e quando se retira uma das lâmpadas do circuito em paralelo, a outra continua a brilhar mas com mais intensidade” (RCE), o que está incorreto. Parece-nos poder inferir-se, deste tipo de resposta, que o aluno considera a pilha como uma fonte de corrente e não de tensão. Esta conceção é frequentemente relatada na literatura sobre conceções prévias ou alternativas. Parece, ainda, que, de acordo com Dorneles et al. (2006), esta conceção alternativa pode influenciar o que o aluno observa.

3.2. Medição de intensidade de corrente, diferença de potencial elétrico e determinação da resistência elétrica de um condutor.

No item 3.2.1. foi solicitado aos alunos para medirem a intensidade da corrente que percorre uma das lâmpadas do circuito série construído no item 3.1.1 e a diferença de potencial aos seus terminais, com o objetivo de averiguar o seu desempenho.

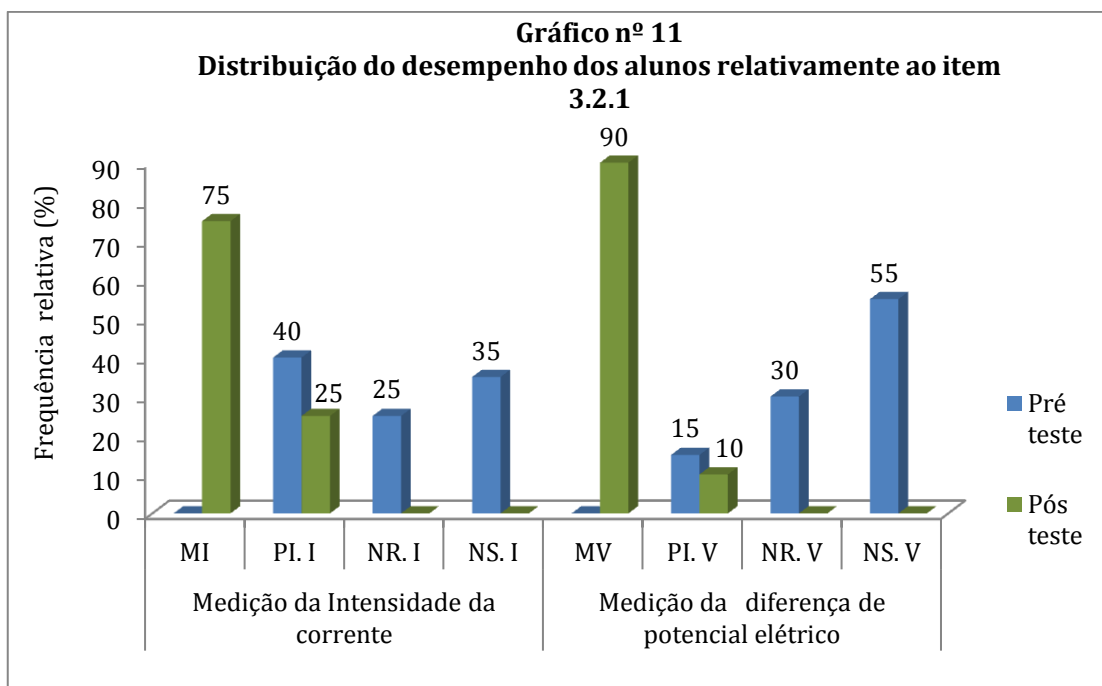
Os resultados obtidos nesta tarefa são apresentados na tabela 8 e no gráfico nº 10.

**Tabela 8** - Distribuição das respostas ao item 3.2.1. do teste, por número de alunos.

			Nº de alunos	
Item 3.2.1.	Categoria		Pré teste	Pós teste
Meça e registre o valor da intensidade da corrente que percorre uma das lâmpadas desse circuito e a diferença de potencial aos seus terminais.	Mede corretamente a intensidade da corrente que percorre a lâmpada.	MI	0	15
	Utiliza um procedimento incorreto para a medição da intensidade da corrente.	PI.I	8	5
	Não executa a tarefa (medição da intensidade da corrente) /Não responde	NR.I	5	0
	Não sabe (medir intensidade da corrente)	NS. I	7	0
	Mede corretamente a diferença de potencial elétrico aos terminais da lâmpada.	MV	0	18
	Utiliza um procedimento incorreto para a medição da diferença de potencial elétrico	PI. V	3	2
	Não executa a tarefa (medição da diferença de potencial elétrico)/Não responde)	NR. V	6	0
	Não sabe (medir diferença de potencial elétrico)	NS. V	11	0

A utilização do voltímetro em vez do amperímetro, a instalação em série do voltímetro e a instalação em paralelo com a lâmpada do amperímetro, além de outras utilizações incorretas destes aparelhos, foram consideradas na categoria de procedimento incorreto na medição da intensidade da corrente elétrica (PI.I) ou na medição da diferença de potencial elétrico (PI. V).





O gráfico anterior revela o fraco desempenho dos alunos nesta tarefa durante o pré teste, dado que nenhum aluno conseguiu medir corretamente as grandezas pedidas. Acresce ainda referir que 60% dos alunos indica que não sabe medir a intensidade da corrente ou não executa essa medição, e 85% dos alunos tem idêntico desempenho relativamente à medição da diferença de potencial elétrico aos terminais da lâmpada.

Os dados do gráfico revelam que ocorreu uma evolução positiva no desempenho destas tarefas, após a abordagem do tema com os alunos, já que, no pós-teste, a maioria mediu corretamente a intensidade da corrente e a diferença de potencial (75% e 90%, respetivamente). O procedimento incorreto que se verificou com maior frequência (20%), no pós teste, foi a inserção do amperímetro em paralelo com a lâmpada.

No item 3.2.2. era solicitado aos alunos a determinação do valor da resistência elétrica de um condutor (lâmpada) inserido num circuito.

Da análise do desempenho dos alunos, no pré teste, verificou-se que nenhum determinou o valor da resistência elétrica da lâmpada. É de salientar que 70% dos alunos referiu, mesmo, não saber como determinar o valor da resistência e apenas 10% mencionou não se recordar como encontrar esse valor. No pós teste, 85% dos alunos calculou a resistência elétrica utilizando os valores da intensidade de corrente e da diferença de potencial elétrico medidos no item anterior, 10% não respondeu e 5% (1 aluno) calculou incorretamente esse valor.

### ***Verificação experimental da condutividade elétrica de materiais.***

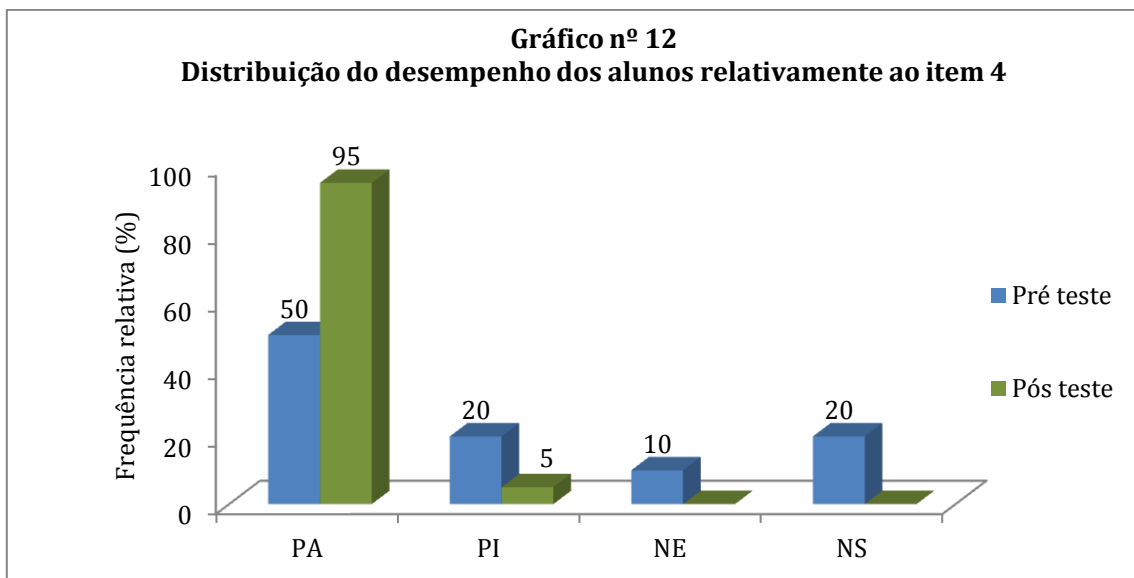
Com a atividade/item 4 pretendia-se averiguar a adequabilidade e correção do procedimento experimental utilizado pelos alunos para verificarem se os materiais (grafite e vidro) de duas varetas com a mesma forma e dimensões eram bons ou maus condutores da corrente elétrica.

O desempenho dos alunos foi organizado na tabela 9 e é também apresentado no gráfico nº 12.

**Tabela 9** - Distribuição das respostas ao item 4. do teste, por número de alunos.

			Nº de alunos	
Item 4.	Categoria		Pré teste	Pós teste
Com o material disponível, verifique experimentalmente se os materiais das varetas fornecidas são bons ou maus condutores da corrente elétrica.	Utiliza um procedimento experimental adequado e conclui corretamente.	PA	10	19
	Utiliza um procedimento experimental inadequado.	PI	4	1
	Não utilizou qualquer procedimento experimental.	NR	2	0
	Não sabe.	NS	4	0

Foram considerados procedimentos inadequados os que, ao serem utilizados, não possibilitariam responder ao item. No pré teste, o procedimento inadequado mais frequentemente observado foi o contacto direto com uma das extremidades da vareta num dos polos da pilha, inserida num circuito com uma ou duas lâmpadas em série, ficando a outra extremidade da vareta no ar. Deste modo, a corrente nunca poderia percorrer a vareta. Parece-nos que este procedimento inadequado revela uma das conceções alternativas identificadas na literatura sobre circuitos elétricos e designada por modelo concetual unipolar.



O gráfico nº 12 mostra que, no pré teste, 50% dos alunos conseguiu executar a tarefa. Todavia, 30% dos alunos respondeu que não sabe ou não executou qualquer procedimento experimental, e 20% utiliza um procedimento inadequado. No pós teste, praticamente todos os alunos executam a tarefa sem qualquer dificuldade, apenas um aluno não a conseguiu executar convenientemente, pois ao tentar medir a resistência elétrica com o multímetro, em função de ohmímetro, não o manipulou corretamente.

#### 4.2.3. Resultados obtidos na Parte II dos Pré e Pós testes

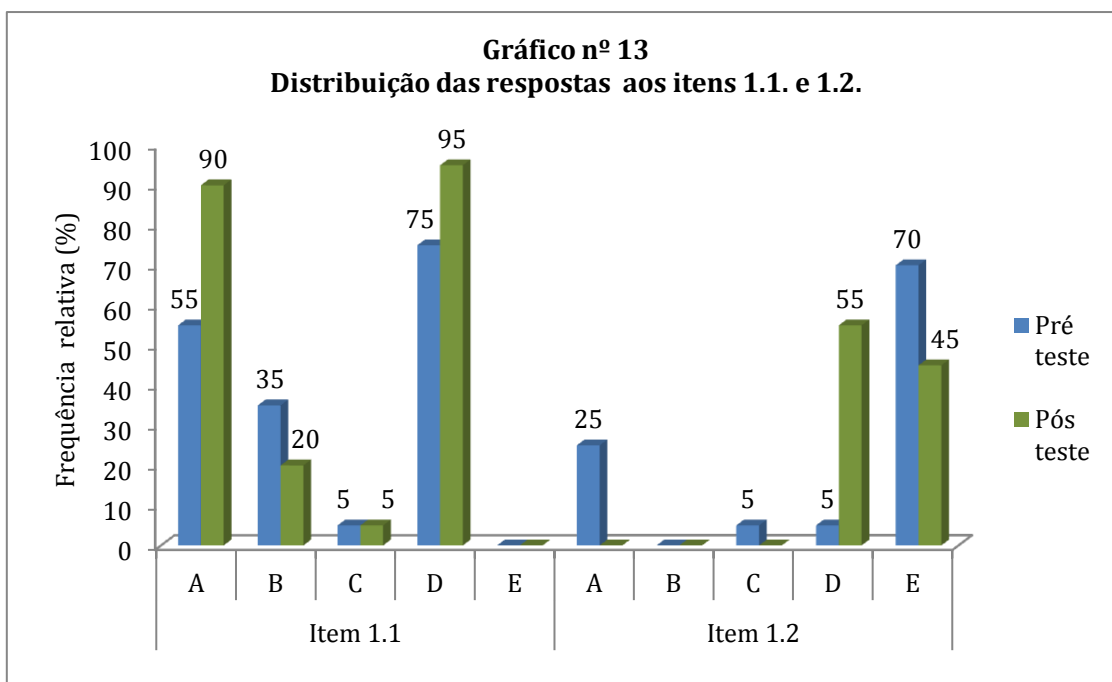
Com a questão 1 da parte II do teste diagnóstico pretendia-se averiguar se os alunos distinguem os conceitos de diferença de potencial elétrico, energia, eletricidade, corrente elétrica, ou se usavam estes termos indiscriminadamente, e se identificavam o volt como unidade de diferença de potencial elétrico.

Nos itens 1.1 e 1.2, de escolha múltipla, foi solicitado aos alunos a seleção da(s) opção(ões) apresentadas que considerassem correta(s) relativamente a uma pilha 1,5 V, quando carregada e quando descarregada, respetivamente. No item 1.2. foi ainda pedida a justificação da(s) opção(ões) efetuadas.

Os resultados obtidos encontram-se na tabela 10 e no gráfico nº 13.

**Tabela 10** - Distribuição das respostas aos itens 1.1. e 1.2. do teste, por número de alunos.

		Nº de alunos	
Itens	Opções	Pré teste	Pós teste
<b>1.1.</b> Se a pilha estiver carregada tem:	<b>(A)</b> tensão / diferença de potencial aos seus terminais	11	18
	<b>(B)</b> corrente elétrica	7	4
	<b>(C)</b> eletricidade	1	1
	<b>(D)</b> energia	15	19
	<b>(E)</b> nenhuma das opções anteriores está correta.	0	0
<b>1.2.</b> Se a pilha estiver descarregada tem:	<b>(A)</b> tensão / diferença de potencial aos seus terminais	5	0
	<b>(B)</b> corrente elétrica	0	0
	<b>(C)</b> eletricidade	1	0
	<b>(D)</b> energia	1	11
	<b>(E)</b> nenhuma das opções anteriores está correta.	14	9



Da análise do gráfico anterior pode constatar-se que a maioria dos alunos, no pré teste, selecionou, para o item 1.1., as opções tidas como corretas, (A) e (D). Assim, 55% dos alunos considerou que a pilha carregada apresenta diferença de potencial elétrico aos seus terminais e 75% considerou que possui energia. Todavia, um número significativo de inquiridos (35%) pensa que a pilha isolada possui/ armazena corrente elétrica.

No segundo momento em que os alunos foram novamente inquiridos, verificou-se que a grande maioria selecionou as opções corretas (A) e (D) (90% e 95%, respetivamente). Apesar de se verificar uma diminuição no número de alunos que considerou que a pilha isolada tinha corrente elétrica, 20% dos alunos ainda selecionou essa opção no pós teste.

Relativamente ao item 1.2., no pré teste, apenas um aluno (5%) considerou que a pilha descarregada possui energia (D), opção que consideramos correta. A maioria dos alunos (70%) selecionou a opção (E) e 25% considerou que a pilha descarregada possuía diferença de potencial aos seus terminais.

No pós teste, nenhum aluno considerou que a pilha descarregada possuía diferença de potencial elétrico aos seus terminais e a maioria (55%) considerou que a pilha descarregada possuía energia, o que se considera correto uma vez que o sistema pilha possui energia embora esta possa ou não ser útil. Ainda assim, um número expressivo de alunos (45%) escolheu como verdadeira a opção (E).

Na justificação da resposta ao item 1.2., no pré teste, observa-se uma grande variedade de respostas. Todavia, a maioria dos alunos fundamenta a opção efetuada (E) como consequência de uma pilha descarregada não possuir energia e, no pós teste, como consequência de não possuir diferença de potencial elétrico. Esta alteração na razão para selecionar a resposta evidência uma mudança conceptual. A seleção da opção correta foi fundamentada, quer no pré teste quer no pós teste, maioritariamente, considerando que tudo o que existe possui energia, logo a pilha descarregada também possui energia.

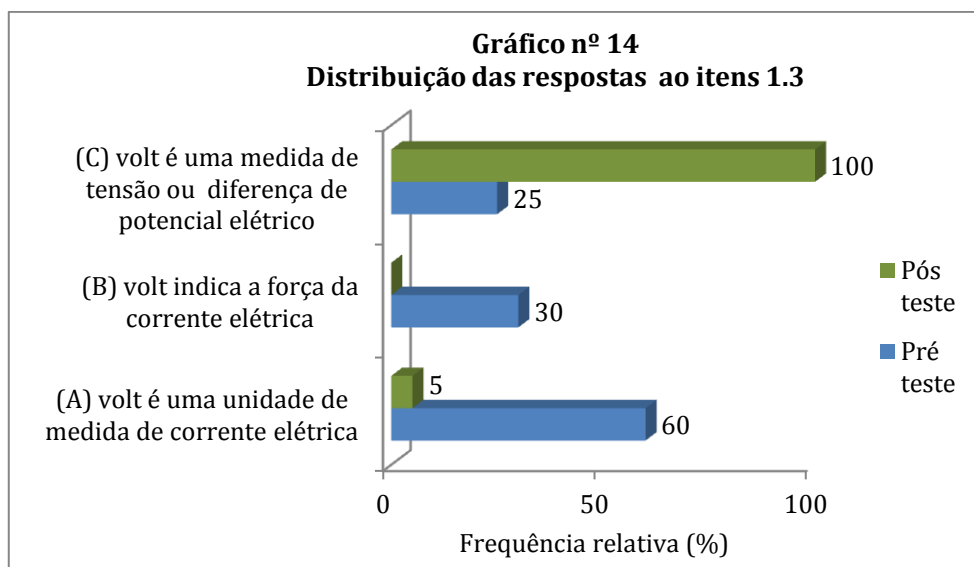
É notória a utilização indiscriminada dos termos eletricidade, corrente elétrica e energia nos dois momentos em que os alunos responderam ao teste. No entanto, no pós teste o número de alunos que revelaram a utilização indistinta destes termos diminui consideravelmente em relação ao constatado no pré teste.

Na tabela 11 encontram-se algumas das fundamentações apresentadas pelos alunos.

**Tabela 11** - Justificações das opções efetuadas, com maior frequência, para o item 1.2.

Opção selecionada	Pré teste	Pós teste
(E)	<p>“Uma vez que a pilha está descarregada não vai ter energia, logo não há corrente elétrica nem eletricidade e a sua diferença de potencial aos seus terminais vai ser inexistente.”</p> <p>“Não existe nenhuma das opções pois não existe qualquer tipo de energia.”</p> <p>“Eu considero que quando a pilha está carregada tem eletricidade pois o seu constituinte é um bom condutor e esta está armazenada sob a forma de energia”</p>	<p>“No caso da pilha estar descarregada a d.d.p aos terminais da pilha vai ser zero, logo não há passagem de corrente elétrica, nem eletricidade.”</p> <p>“Pois a pilha não tem energia para ter d.d.p”</p> <p>“Não tem nenhuma das opções anteriores pois a d.d.p é 0, não há corrente elétrica, nem eletricidade e não tem energia pois está descarregada”</p>
(D)	<p>“Porque tudo o que existe tem energia”</p>	<p>“A pilha descarregada não tem diferença de potencial aos seus terminais apenas energia porque tudo possui energia”</p> <p>“Se a pilha estiver descarregada significa que tem energia pois tudo tem energia mesmo que não seja energia elétrica”</p>

A aplicação do item 1.3. tinha como objetivo verificar se o aluno identificava o volt como unidade de diferença de potencial elétrico. Os resultados obtidos encontram-se no gráfico 14.



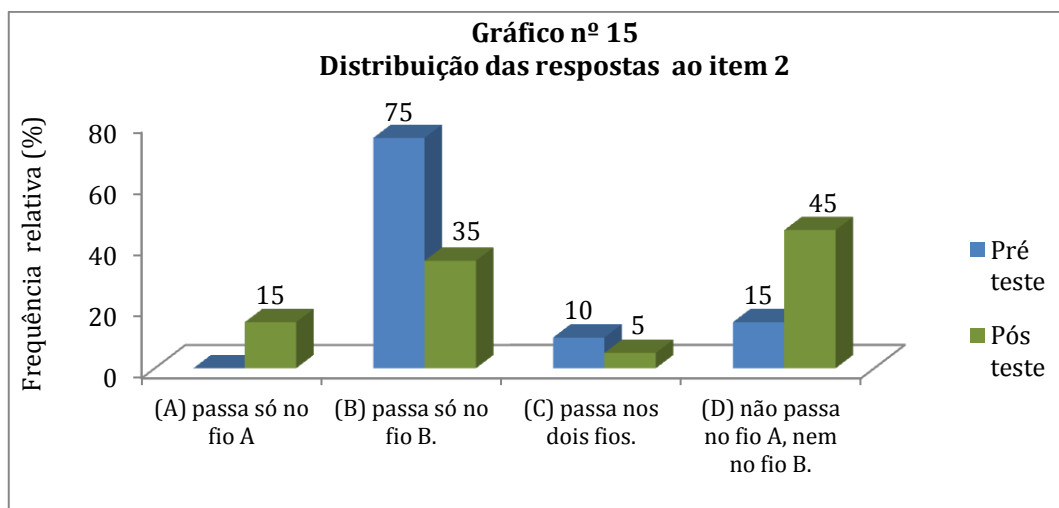
A leitura do gráfico nº 14 revela que, antes da abordagem didática, a maioria dos alunos considera que o volt era uma unidade de corrente elétrica (60%) ou que indicava a força da corrente elétrica (30%) e apenas 25% selecionou a opção correta (C), identificando o volt como unidade de diferença de potencial elétrico.

No pós teste, todos os alunos identificaram corretamente o volt como unidade de diferença de potencial elétrico, porém, um aluno considerou simultaneamente verdadeiras as opções (A) e (C), o que evidencia, mais uma vez, a confusão entre os conceitos de diferença de potencial e corrente elétrica.

Na questão 2, foi apresentada através de uma figura, (fig. 2), uma extensão elétrica ligada a uma tomada de parede e um aquecedor elétrico com a ficha desligada. Com base na observação da figura, o aluno deveria selecionar onde passava a corrente elétrica (fio A- cabo da extensão; fio B- cabo do aquecedor).

Este item tinha como objetivo saber se o aluno reconhecia que, para haver corrente elétrica num condutor, este tinha que pertencer a um circuito fechado.

Os resultados obtidos encontram-se no gráfico nº 15.



A análise dos dados do gráfico anterior mostra que, no pré teste, a quase totalidade dos alunos (85%) selecionou uma opção errada e apenas 3 alunos selecionaram a opção correta (D). No pós teste verificou-se um aumento do número de alunos que respondeu corretamente ao item. Contudo, é de salientar que a maioria dos alunos (55%) continua a considerar que, nos cabos da extensão e/ou do aquecedor em circuito aberto, há passagem de corrente elétrica. Estes resultados sugerem que persistiu, na maioria dos alunos, a conceção errada de poder existir corrente elétrica nos fios de um circuito aberto.

Estes resultados indiciam que, após a abordagem do tema, um número considerável de alunos quando confrontados com a mesma situação, mas, num contexto diferente, não conseguem mobilizar os conceitos científicos estudados, prevalecendo as pré conceções.

Na questão 3 foram apresentados dois circuitos elétricos (I e II) constituídos apenas por uma pilha carregada ligada por fios condutores a uma lâmpada. No circuito I a lâmpada estava fundida e no circuito II a lâmpada brilhava.

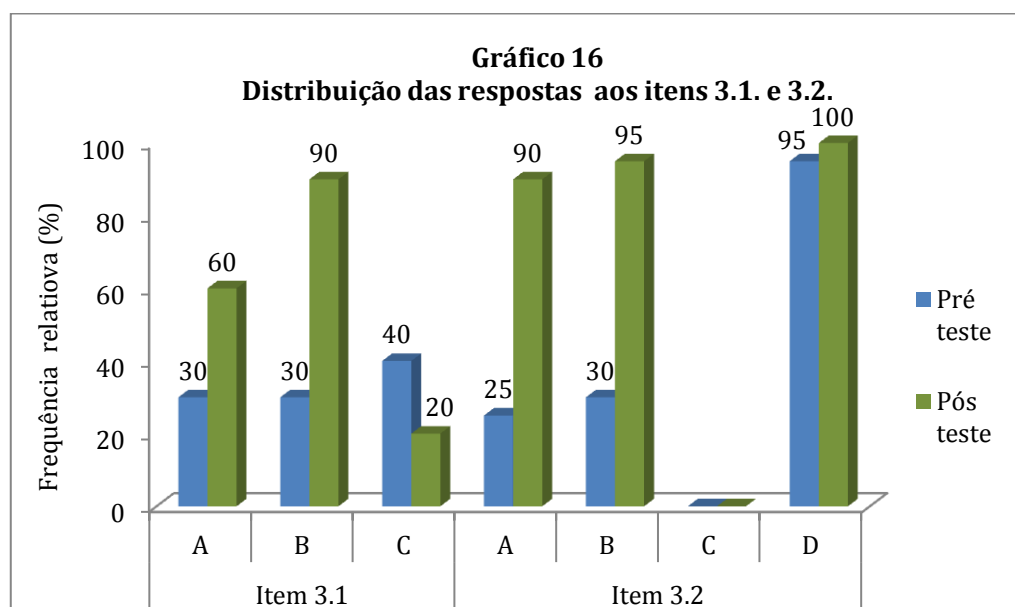
Com os itens 3.1. e 3.2., de escolha múltipla, pretendia-se conhecer as conceções dos alunos sobre diferença de potencial elétrico e circuito aberto/fechado e com o item 3.3, de resposta aberta, procurava-se conhecer e interpretar as conceções dos alunos sobre corrente elétrica.

Os resultados obtidos, relativos aos dois primeiros itens, encontram-se organizados na tabela 12 e no gráfico nº 16.



**Tabela 12-** Distribuição das respostas aos itens 3.1. e 3.2. do teste, por número de alunos.

Itens	Opções	Nº de alunos	
		Pré teste	Pós teste
<b>3.1.</b> No circuito elétrico I, existe:	<b>(A)</b> diferença de potencial aos terminais da lâmpada.	6	12
	<b>(B)</b> diferença de potencial aos terminais da pilha.	6	18
	<b>(C)</b> transferência de energia da pilha para a lâmpada	8	4
<b>3.2.</b> No circuito elétrico II, existe:	<b>(A)</b> diferença de potencial aos terminais da lâmpada.	5	18
	<b>(B)</b> diferença de potencial aos terminais da pilha.	6	19
	<b>(C)</b> corrente elétrica na lâmpada mas não na pilha.	0	0
	<b>(D)</b> transferência de energia da pilha para a lâmpada.	19	20



Como se pode observar na tabela 12 e no gráfico anterior, quer no item 3.1. quer no item 3.2., as opções corretas (A) e (B) foram selecionadas, no pré teste, apenas por cerca de 30% dos alunos. Assim, a maioria considerou que não existe diferença de potencial elétrico aos terminais de uma pilha carregada, ligada a uma lâmpada. A análise simultânea destes

resultados com os obtidos no item 1.1. pode sugerir que alguns alunos considerem que a pilha carregada, por estar ligada a uma lâmpada (fundida ou não), deixa de possuir diferença de potencial aos seus terminais.

No pós teste, o número de alunos que escolheu as opções corretas aumentou significativamente. No entanto, a percentagem de alunos que considerou existir diferença de potencial elétrico aos terminais da lâmpada acesa foi maior do que a que considerou existir diferença de potencial aos terminais da lâmpada fundida (90% e 60%, respetivamente).

Curiosamente, alguns alunos consideraram existir transferência de energia da pilha para a lâmpada fundida (40% no pré teste e 20% no pós teste), não reconhecendo que essa transferência de energia exige que o circuito seja percorrido por corrente elétrica.

Ainda no item 3.2., a opção (D) foi corretamente selecionada por todos os alunos no pós teste e apenas um não a selecionou no pré teste.

No item 3.3. foi solicitado aos alunos que indicassem o que entendiam por corrente elétrica. As respostas obtidas encontram-se organizadas, em categorias, na tabela 13.

**Tabela 13-** Distribuição das respostas ao item 3.3 do teste, por número de alunos.

			Nº de alunos	
Item 3.3	Categoria		Pré teste	Pós teste
Explique por palavras suas o que entende por corrente elétrica	Corrente elétrica é o movimento/agitação de cargas elétricas.	C1	2	2
	Corrente elétrica é energia e/ou transforma-se em energia. Ou Corrente elétrica é a passagem/transferência de energia e/ou uma forma de energia.	C2	10	3
	Corrente elétrica é o caminho da eletricidade ou é um sistema onde ocorrem trocas de energia.	C3	5	0
	Corrente elétrica é o movimento ordenado de cargas elétricas/partículas com carga elétrica.	C4	1	13
	Não sabe	NS	1	0
	Não responde	NR	1	0
	Resposta sem significado	RI	0	2

Da análise da tabela anterior verifica-se que, no pré teste, 50% dos alunos confundia corrente elétrica com energia ou transferência de energia, essa percentagem diminui para 15% no pós teste. Ainda 25% dos alunos confundia, no pré teste, corrente elétrica com circuito elétrico, confusão que não foi identificada no pós teste.

Destaca-se, da análise da tabela, que ocorreu uma melhoria significativa na conceção de corrente elétrica, num número expressivo de alunos, dado que o número de respostas, incluídas na categoria C4, passou de 1 (5%) no pré teste para 13 (65%), no pós teste.

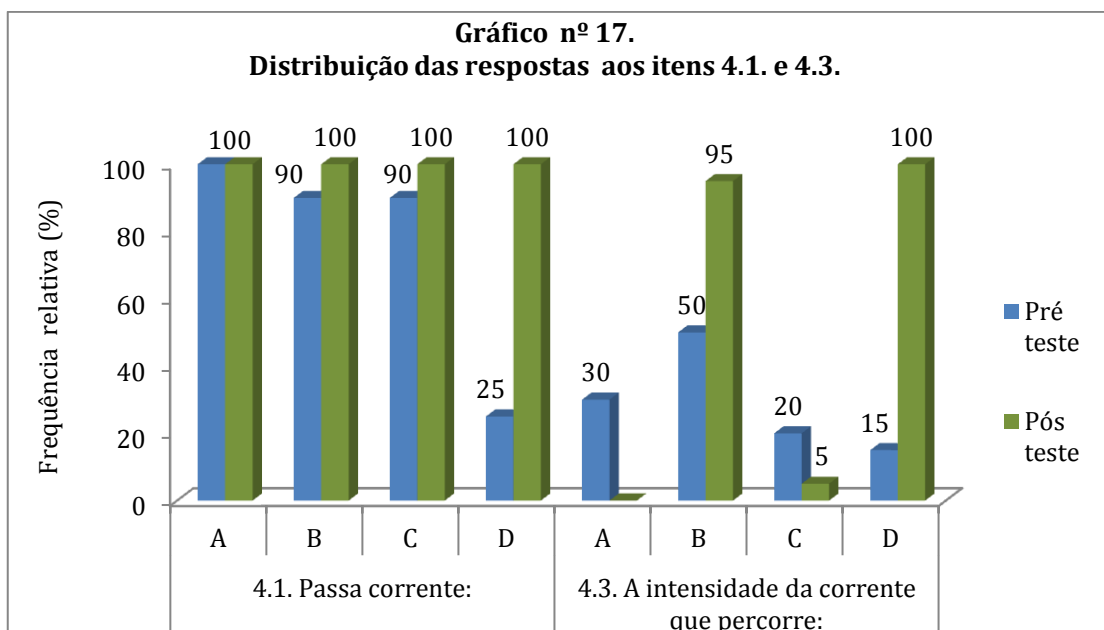
Na questão 4 foi indicada uma figura (fig. 4) que apresentava uma lâmpada a brilhar ligada por dois fios condutores, A e B, aos polos de uma pilha.

O objetivo dos quatro itens desta questão foi conhecer e interpretar as conceções dos alunos associadas à corrente elétrica que percorre um circuito elétrico simples fechado.

De modo a facilitar a interpretação das conceções dos alunos, optou-se por analisar simultaneamente os dados recolhidos nos itens 4.1 e 4.3 que se apresentam na tabela 14 e no gráfico nº 17.

**Tabela 14-** Distribuição das respostas aos itens 4.1. e 4.3. do teste, por número de alunos.

Itens	Opções	Nº de alunos	
		Pré teste	Pós teste
<b>4.1.</b> Passa corrente por:	<b>(A)</b> na lâmpada	20	20
	<b>(B)</b> no fio A	18	20
	<b>(C)</b> no fio B	18	20
	<b>(D)</b> na pilha	5	20
<b>4.3.</b> A intensidade da corrente que percorre:	<b>(A)</b> o fio A é superior à que percorre o fio B	6	0
	<b>(B)</b> o fio A é igual à que percorre o fio B	10	19
	<b>(C)</b> o fio A é inferior à que percorre o fio B	4	1
	<b>(D)</b> o fio A é igual à que percorre a pilha.	3	20



Os dados da tabela 14 e do gráfico anterior revelam que, no primeiro momento em que foram inquiridos, a quase totalidade dos alunos considerou corretamente que a corrente elétrica passa na lâmpada e nos fios condutores, mas apenas 25% considera que a corrente também percorre a pilha. Além disso, 50% dos alunos pensa que a intensidade da corrente que percorre os fios A e B é diferente e apenas 15% considera que a intensidade da corrente que percorre o fio A não tem o mesmo valor do que a que percorre a pilha.

Pensamos que estes resultados sugerem que a maioria dos alunos considerou que a pilha é fonte de uma corrente elétrica que tem início num dos polos da pilha e termina no outro, com a intensidade a variar ao longo do circuito, podendo não percorrer a pilha.

No pós teste, a totalidade dos alunos respondeu corretamente aos itens 4.1. e 4.3. à exceção de um aluno que considerou que a intensidade da corrente que percorre o fio A é inferior à que percorre o fio B.

Na tabela que se segue apresentam-se organizadas as respostas dos alunos ao item 4.2..

**Tabela 15** - Distribuição das respostas ao item 4.2. do teste, por número de alunos.

Itens	Opções	Pré teste	Pós teste
4.2. A lâmpada:	(A) consome toda a corrente elétrica	4	1
	(B) consome parte da corrente elétrica	13	4
	(C) transforma a corrente elétrica	11	18
	(D) conduz a corrente elétrica	6	18

A leitura da tabela 15 mostra que o número de alunos que selecionou a opção correta (D) aumentou de 6, no pré teste, para 18, no pós teste. Todavia, os dados revelam também que a maioria dos alunos, no pré teste, considerou que a lâmpada “consome” parte da corrente elétrica ou transforma a corrente elétrica e, no pós teste, a maioria dos alunos considerou que a lâmpada transforma a corrente elétrica. Estes resultados, no nosso entender, devem-se à utilização indiscriminada dos termos energia e corrente elétrica, mesmo após a intervenção didática proposta.

No item 4.4. foi solicitado aos alunos para que indicassem a figura (I, II, III ou IV) que apresentava corretamente o sentido real da corrente elétrica no circuito e a respetiva justificação.

Das respostas obtidas verifica-se que, no pré teste, a maioria dos alunos (65%) não selecionou a opção correta (D), tendo 25% dos alunos considerado, simultaneamente, dois sentidos para a corrente elétrica. No pós teste, 95% dos alunos selecionou a opção correta e nenhum deles considerou dois sentidos para a corrente elétrica.

As justificações que os alunos apresentam para a opção escolhida neste item, no pré teste, revelam várias concepções alternativas. Alguns alunos utilizam indiscriminadamente os termos energia, corrente elétrica e carga elétrica, outros consideram, que sendo a pilha a fonte de energia, a corrente tem de partir da pilha para a lâmpada e por isso apresenta, simultaneamente, dois sentidos. No pós teste, estas concepções foram muito reduzidas. A maioria dos alunos utiliza um modelo microscópico da corrente ou limita-se a referir que o sentido real da corrente é do polo positivo da pilha para o polo negativo. Na tabela 16 registam-se algumas das justificações referidas pelos alunos.

**Tabela 16** – Algumas justificações apresentadas pelos alunos para o item 4.4.

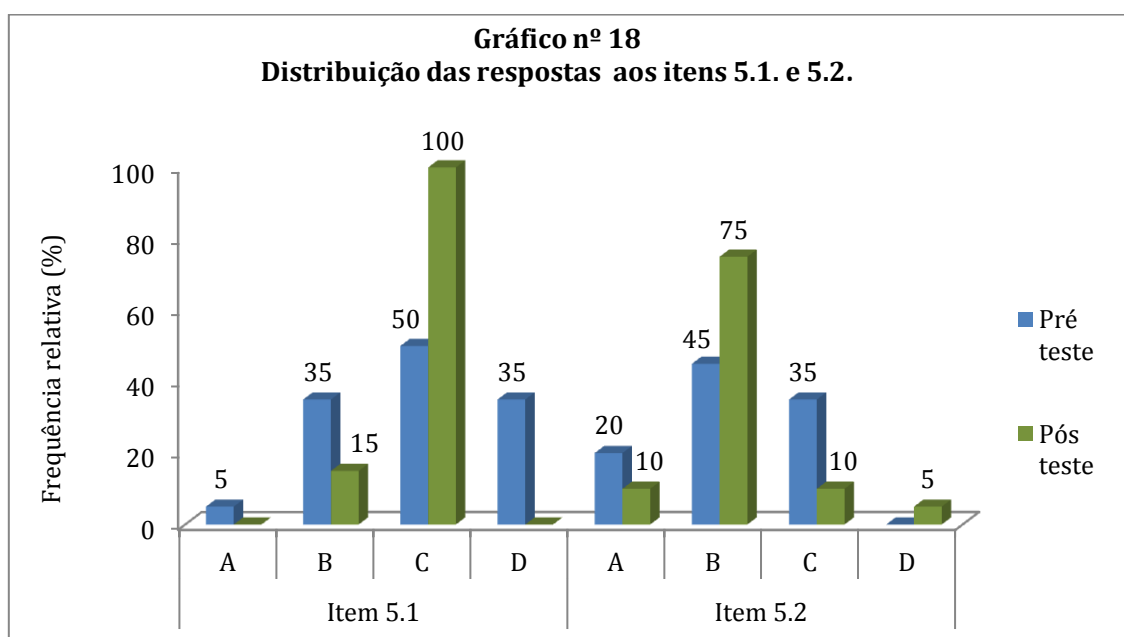
Pré teste	Pós teste
<p>“A lâmpada recebe e transmite corrente elétrica”</p> <p>“Porque tanto do fio A como do fio B, a pilha transmite-lhes corrente elétrica e ambos a transmitem à lâmpada”</p> <p>“É a (D) porque a energia passa de negativa para positiva.”</p> <p>“Os prótons passam do + para a lâmpada onde, são transformados em elétrons, entrando de novo na pilha pelo -.”</p> <p>“A energia vai sair da pilha e a corrente elétrica vai chegar, pelos fios à lâmpada.”</p> <p>“Porque a corrente sai da pilha até ir à lâmpada nesse sentido em ambos os fios e não ao contrário”</p> <p>“Porque a corrente tem de ir da pilha para a lâmpada e desta para a pilha, já com menor corrente, pois alguma já foi utilizada pela lâmpada (daí o sinal - quando já chega menos corrente vinda da lâmpada) ”</p>	<p>“Visto que é um movimento de cargas elétricas (elétrons) e a carga é negativa, eles seriam atraídos pelo polo oposto (positivo)”</p> <p>“O sentido da corrente é do menor para o maior porque as partículas com carga elétrica deslocam-se para onde há menos dessas partículas que neste caso é a parte + da pilha”</p> <p>“É a figura IV pois as partículas da corrente têm carga negativa, logo vão ser atraídas para o polo positivo.”</p> <p>“A corrente elétrica tem um só sentido, que no caso do real é do polo negativo da pilha para o polo positivo da pilha.”</p> <p>“O sentido real vai do polo negativo da pilha para o polo positivo.”</p>

Na questão 5 representaram-se dois circuitos, I e II, constituídos por uma lâmpada acesa ligada a uma ou duas pilhas associadas em série (circuitos I e II, respetivamente). O objetivo desta questão era detetar se e como os alunos relacionavam as grandezas diferença de potencial, intensidade de corrente e potência (energia transformada por unidade de tempo) numa lâmpada ligada a uma ou duas pilhas em série.

Os resultados obtidos nos itens da questão 5 apresentam-se na tabela 17 e no gráfico nº 18.

**Tabela 17** - Distribuição das respostas aos itens 5.1. e 5.2. do teste, por número de alunos.

Itens	Opções	Nº de alunos	
		Pré teste	Pós teste
<b>5.1.</b> Estando as duas pilhas completamente carregadas:	<b>(A)</b> a intensidade da corrente que passa na lâmpada do circuito I é maior do que a intensidade da corrente que passa na lâmpada do circuito II.	1	0
	<b>(B)</b> a intensidade da corrente que passa nas lâmpadas dos dois circuitos é igual.	7	3
	<b>(C)</b> a diferença de potencial (d.d.p) aos terminais da lâmpada do circuito II é maior do que aos terminais da lâmpada do circuito I.	10	20
	<b>(D)</b> a diferença de potencial (d.d.p) aos terminais da lâmpada é igual nos dois circuitos.	7	0
<b>5.2.</b> A lâmpada do circuito I transforma:	<b>(A)</b> mais energia, por segundo, do que a do circuito II.	4	2
	<b>(B)</b> menos energia, por segundo, do que a do circuito II.	9	15
	<b>(C)</b> tanta energia por segundo, como a do circuito II.	7	2
	<b>(D)</b> não sei.	0	1



O gráfico nº 18 mostra que, a opção correta (C) do item 5.1. foi selecionada por metade dos alunos no pré teste e por todos os alunos no pós teste. Porém, antes da implementação da sequência didática, 35% dos alunos considerava que tanto a intensidade da corrente que percorre a lâmpada como a diferença de potencial elétrico aos seus terminais eram a mesma, independentemente de a lâmpada estar ligada a uma ou a duas pilhas associadas em série. No pós teste, 15% dos alunos considerou, ainda, que a intensidade da corrente que percorre a lâmpada era igual nos dois circuitos.

O mesmo gráfico e a tabela 17 mostram que, no pré teste, somente 45% dos alunos selecionou a opção correta (B) no item 5.2. e 35% considera que a lâmpada transforma o mesmo valor de energia, por unidade de tempo, independentemente de estar ligada a uma pilha ou a uma associação de pilhas em série. No pós teste, verificou-se um aumento no número de alunos que selecionou a opção correta (B) no item 5.2. Contudo, 2 alunos consideraram que a energia transformada pela lâmpada, por segundo, era igual nos dois circuitos e 1 aluno respondeu que não sabe.

As justificações da resposta ao item 5.2., no pré teste, revelam que a maioria dos alunos que selecionou a opção correta, considera que a lâmpada do circuito I transforma menos energia, por segundo, do que a do circuito II, devido a estar ligada a um menor número de pilhas, não fazendo qualquer referência ao modo como as pilhas estão ligadas. Apenas dois alunos relacionam o aumento da energia transformada na lâmpada, por segundo, com o aumento da corrente/ intensidade da corrente que a percorre, logo, com o modo como as pilhas estão ligadas.

No pós teste a maioria dos alunos que selecionou a opção correta fundamenta a sua opção relacionando o aumento da energia dissipada na lâmpada, por segundo, com o aumento da diferença de potencial elétrico aos seus terminais. Alguns também relacionam o aumento dessa energia com o aumento da intensidade da corrente que percorre a lâmpada, e apenas um aluno a relaciona com o aumento, simultâneo, da intensidade da corrente e da diferença de potencial aos terminais da lâmpada. Na tabela 18 são indicadas algumas das justificações apresentadas pelos alunos da opção efetuada para o item 5.2., que consideramos mais expressivas.



**Tabela 18** - Justificações das opções efetuadas para o item 5.2.

<b>Opção selecionada</b>	<b>Pré teste</b>	<b>Pós teste</b>
<b>(B)</b>	<p>“Como a lâmpada do circuito I está ligado apenas a uma pilha, vai transformar menos energia que o circuito II, que tem duas pilhas.”</p> <p>“Porque é fornecida menos corrente elétrica em I do que em II.”</p> <p>“Porque no circuito II a intensidade é maior do que no circuito I logo a lâmpada tem de transformar mais energia por segundo.”</p>	<p>“Porque a energia que chega ao circuito 1 é menor do que a do 2 pois a diferença de potencial aos seus terminais é menor.”</p> <p>“A lâmpada do circuito I transforma menos energia do que a do circuito II por segundo, pois a intensidade da corrente no I é menor. “</p> <p>“Eu considero que a lâmpada do circuito I transforma menos energia, por segundo, do que a do circuito II porque o seu brilho será menos intenso devido à intensidade da corrente e a diferença de potencial aos terminais ser menor.”</p>
<b>(C)</b>	<p>“Transformam tanta energia pois as lâmpadas são iguais, simplesmente o circuito I tem menos energia para transformar, pois só está ligada a uma pilha.”</p> <p>“Pois apesar de haver 2 pilhas ela não transforma mais energia, transforma a mesma, mas durante mais tempo.”</p>	<p>“Apesar de haver uma maior diferença de potencial, a intensidade da corrente é a mesma, logo a lâmpada transforma a mesma quantidade de energia no mesmo intervalo de tempo.”</p> <p>“Como a intensidade da corrente é igual em ambos os circuitos, a energia que passa por segundo no circuito, ou seja, quantidade de eletrões, vai ser igual.”</p>
<b>(A)</b>	<p>“Porque no circuito II, como tem 2 pilhas, a energia demora mais a chegar à lâmpada, transformando menos energia do que o circuito I.”</p> <p>“A lâmpada do circuito I transforma mais energia, por segundo, do que a do circuito II, porque a fonte de energia é só uma pilha.”</p>	<p>“Ao passar uma maior quantidade de energia por segundo no circuito II a lâmpada transforma menos energia, e assim quanto menos energia passa por segundo mais será transformada pela lâmpada.”</p> <p>“Pois é só uma pilha e sendo assim a energia demora mais tempo a passar numa pilha que em duas.”</p>

Da análise das justificações indicadas na tabela anterior, constata-se que, no pré teste, alguns alunos consideram que as lâmpadas transformam a mesma energia, por segundo, porque são iguais. Contudo, o tempo que a lâmpada leva a transformar a energia que lhe é fornecida depende do número de pilhas às quais está ligada.

Com base na interpretação das justificações apresentadas verifica-se que, no pós teste, dois alunos (10%) ainda consideram que a intensidade da corrente que percorre a lâmpada nos dois circuitos é igual, não dependendo da diferença de potencial aos seus terminais e, por essa razão, a lâmpada transforma, por segundo, a mesma energia, nos dois circuitos.

A questão 6, constituída por dois itens de escolha múltipla, tinha como objetivo conhecer a interpretação dos alunos relativamente à diferença de potencial elétrico entre diferentes pontos de um circuito e aos terminais de diferentes associações de pilhas.

Foi solicitado ao aluno, no item 6.1., que relacionasse a diferença de potencial entre diversos pontos de um circuito (I) constituído por 1 pilha ligada a uma associação de duas lâmpadas em série e, no item 6.2., para comparar a diferença de potencial aos terminais de uma associação de duas pilhas em paralelo (circuito II) e em série (circuito III).

Os resultados obtidos nos itens da questão 6 estão organizados na tabela 19 e no gráfico nº 19.

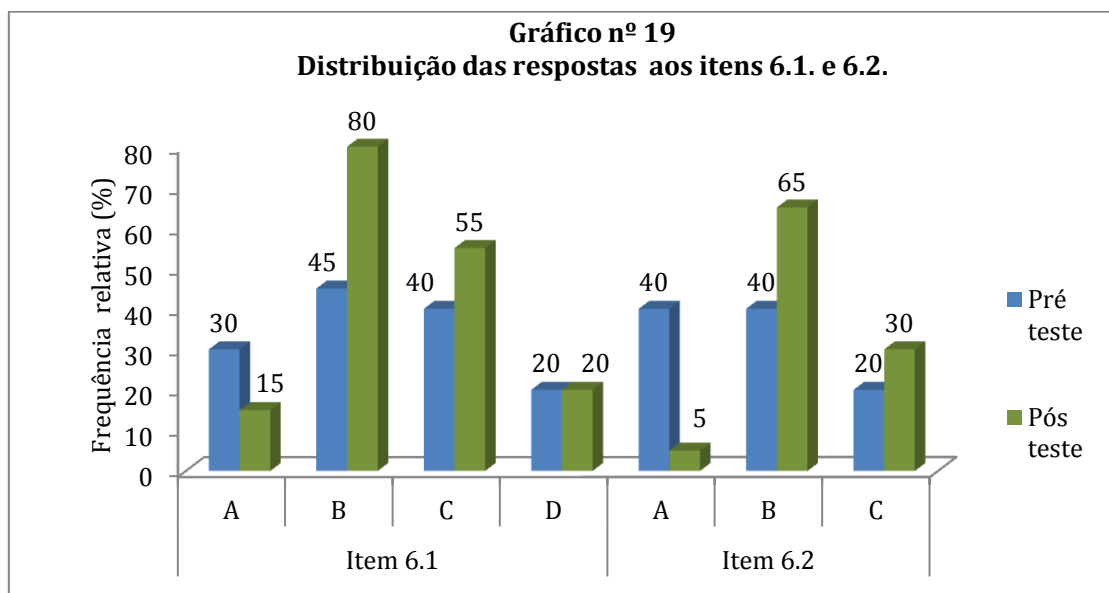
**Tabela 19** -Distribuição das respostas aos itens 6.1. e 6.2. do teste, por número de alunos.

		Nº de alunos	
Itens	Opções	Pré teste	Pós teste
<b>6.1.</b> Observe com atenção o circuito I e os pontos nele assinalados. A diferença de potencial: <div data-bbox="252 1787 507 1973"> </div>	(A) entre os pontos 1 e 2 é maior do que entre os pontos 3 e 5	6	3
	(B) entre os pontos 1 e 2 é igual à diferença de potencial entre os pontos 3 e 5.	9	16
	(C) entre os pontos 1 e 3 é nula.	8	11
	(D) entre os pontos entre 3 e 4 é igual à diferença de potencial entre os pontos 3 e 5.	4	4

<b>6.2.</b> A diferença de potencial aos terminais da associação das pilhas é:	<b>(A)</b> maior em II.	8	1
	<b>(B)</b> maior em III.	8	13
	<b>(C)</b> é igual em II e III.	4	5

Da leitura do gráfico nº 19 relativa ao item 6.1. constata-se que, no pré teste, 45% dos alunos considerou, corretamente, que a diferença de potencial aos terminais da pilha tinha o mesmo valor que aos terminais da associação das lâmpadas a ela ligadas (opção B) e 40% que era nula a diferença de potencial entre dois pontos do mesmo fio condutor (opção C).

Da leitura da tabela 19 verifica-se um aumento no número de alunos que escolheu as opções corretas, (B) e (C), no segundo momento em que responderam ao teste. Todavia, verifica-se que 4 alunos (20%) não interpretaram a diferença de potencial aos terminais de uma associação de lâmpadas em série como a soma da diferença de potencial aos terminais de cada uma das lâmpadas associadas.



A análise da distribuição das respostas ao item 6.2. revela que a maioria dos alunos, antes da implementação da presente abordagem de ensino e aprendizagem, não conhecia o comportamento de uma associação de pilhas em série e em paralelo. Contudo, a percentagem de alunos que reconhece que a diferença de potencial elétrico aos terminais da associação em

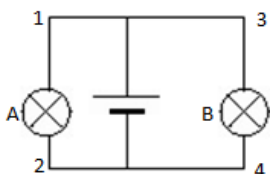
série é superior à da associação em paralelo (opção (B)) foi de 40%. Apesar de, no pós teste, a percentagem de respostas corretas ter aumentado para 65%, 6 alunos (30%) ainda não distinguiram os dois tipos de associação, selecionando a opção (C).

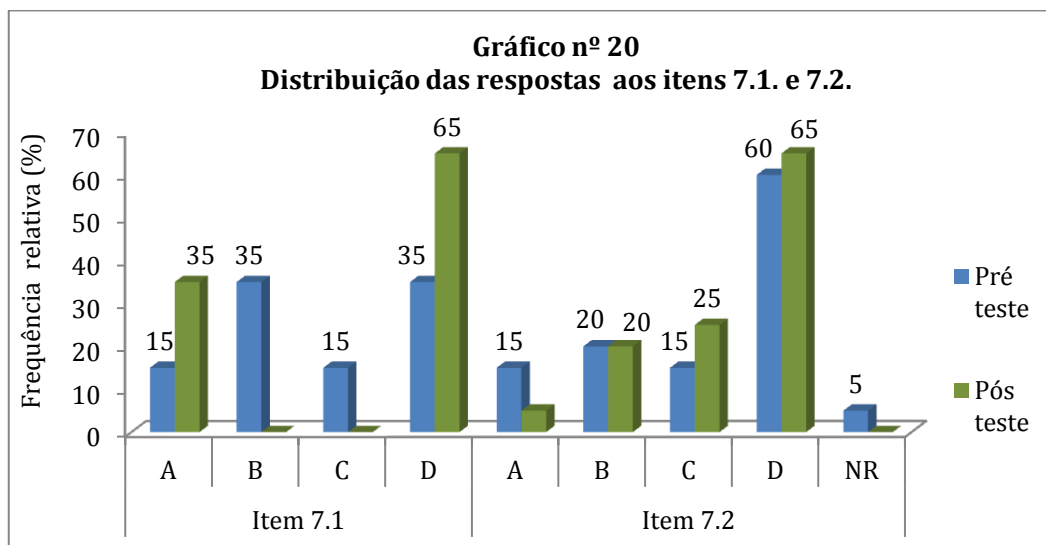
A questão 7, constituída por dois itens de escolha múltipla, foi criada para verificar se os alunos identificavam recetores associados em paralelo e como interpretavam o seu comportamento.

No item 7.1., o aluno deveria identificar, de entre três esquemas de circuitos constituídos por uma pilha ligada a duas lâmpadas (I, II, III), o, ou os, que apresentavam as lâmpadas associadas em paralelo. No item 7.2. era apresentado um circuito de duas lâmpadas associadas em paralelo com uma pilha e o aluno deveria prever o que acontece à diferença de potencial aos terminais da associação quando uma das lâmpadas fosse removida do circuito e justificar a opção selecionada. As respostas a estes dois itens encontram-se na tabela 20 e no gráfico nº 20.

**Tabela 20** - Distribuição das respostas aos itens 7.1. e 7.2. do teste, por número de alunos.

Itens	Opções	Nº de alunos	
		Pré teste	Pós teste
7.1. Dos circuitos esquematizados, em qual ou quais se indicam duas lâmpadas associadas em paralelo?	(A) Apenas o circuito I.	3	7
	(B) Apenas o circuito II.	7	0
	(C) Apenas o circuito III.	3	0
	(D) Os circuitos I e II.	7	13
7.2. Se retirar a lâmpada do circuito a seguir indicado:	(A) a diferença de potencial entre os pontos 1 e 2 aumenta.	3	1
	(B) a diferença de potencial entre os pontos 1 e 2 diminui.	4	4
	(C) a diferença de potencial entre os pontos 1 e 2 mantém-se.	3	5
	(D) a diferença de potencial entre 3 e 4 aumenta.	12	13
	O aluno não respondeu ao item - NR	1	0





Da análise da distribuição das respostas ao item 7.1. constata-se que o número de respostas corretas, opção A, passou de 3 (15%) no pré teste para 7 (35%) no pós teste. Todavia, no pós teste, a maioria dos alunos selecionou a opção (D) e nenhum selecionou as opções (B) e (C). Destes resultados parece poder inferir-se que, após a intervenção didática, a maioria dos alunos não domina o conceito de associação de componentes em paralelo, antes, o associa a determinados arranjos espaciais.

Os dados relativos ao item 7.2. mostram que, quer no pré teste quer no pós teste, a maioria dos alunos considera que, ao ser removida uma das lâmpadas a uma associação de duas lâmpadas em paralelo, a diferença de potencial aos terminais da lâmpada que fica no circuito ligada à pilha aumenta (D). É de salientar que, em ambos os momentos em que os alunos responderam ao item, cerca de 15% selecionaram simultaneamente as opções (B) e (D). A opção correta (C) foi selecionada por uma pequena percentagem de alunos tanto no pré teste como no pós teste (15% e 25%, respetivamente).

A maioria dos alunos que selecionou a opção (D), quer no pré teste quer no pós teste, justifica essa opção considerando que, ao retirar uma das lâmpadas do circuito em paralelo, aumenta a energia transferida para a outra lâmpada ou a intensidade da corrente que a percorre, aumentando, assim, a diferença de potencial aos seus terminais.

Nos dois momentos em que foram inquiridos, os alunos que selecionaram a opção (B), consideraram que a diferença de potencial diminui entre os pontos 1 e 2 porque se torna nula devido à remoção da lâmpada que se encontrava entre esses dois pontos.

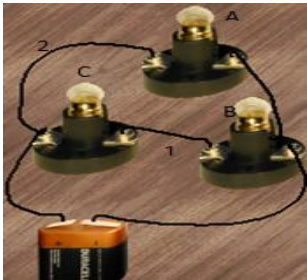
Os alunos, que selecionaram simultaneamente as opções (B) e (D), fundamentam a resposta considerando que, ao remover a lâmpada A, a diferença de potencial entre os pontos 1 e 2 diminui (torna-se nula) e conseqüentemente entre os pontos 3 e 4 aumenta.

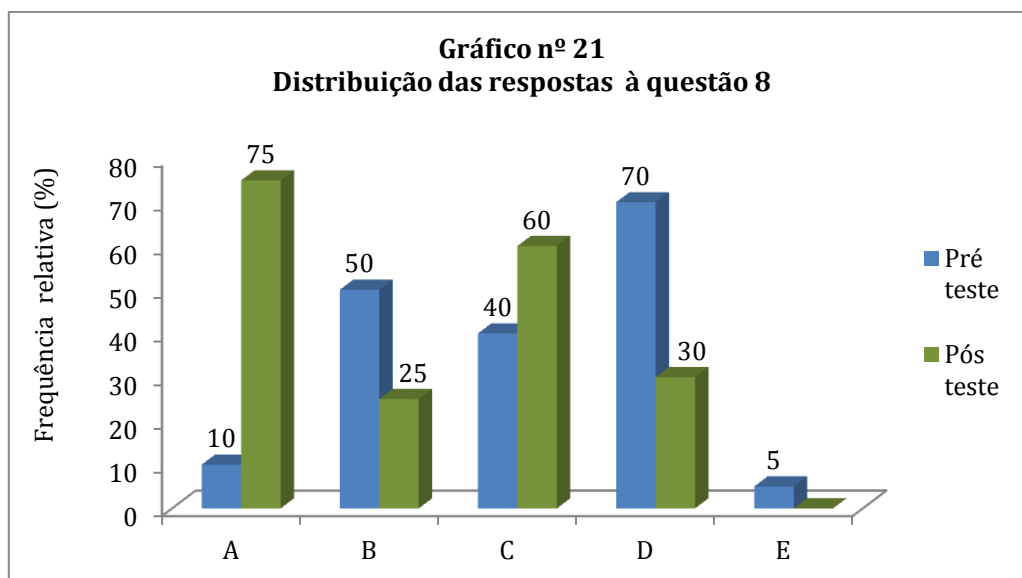
Um dos três alunos que selecionou a opção correta, no pré teste, referiu não saber justificar a opção realizada. Do mesmo modo, no pós teste, um dos cinco alunos que selecionou a opção correta, não a fundamentou adequadamente, ao afirmar que “ao retirar a lâmpada A, não vai utilizar energia, indo a lâmpada B utilizá-la toda, brilhando com mais intensidade”.

A análise dos dados relativos a esta questão sugere que não ocorreu uma aprendizagem significativa do conceito de diferença de potencial e das características de uma associação de recetores em paralelo.

Com a questão 8 pretendia-se verificar se os alunos identificavam um circuito aberto e reconheciam o caráter sistémico de um circuito. Os resultados obtidos encontram-se na tabela 21 e no gráfico nº 21.

**Tabela 21** - Distribuição das respostas à questão 8 do teste, por número de alunos.

Questão	Opções	Nº de alunos	
		Pré teste	Pós teste
<b>8.</b> Observe o circuito representado a seguir:  O brilho da lâmpada A:	(A) é maior do que o das lâmpadas B e C.	2	15
	(B) é igual ao das lâmpadas B e C.	10	5
	(C) não se altera se retirar o fio 1.	8	12
	(D) aumenta se retirar o fio 1.	14	6
	(E) não se altera se retirar o fio 2.	1	0



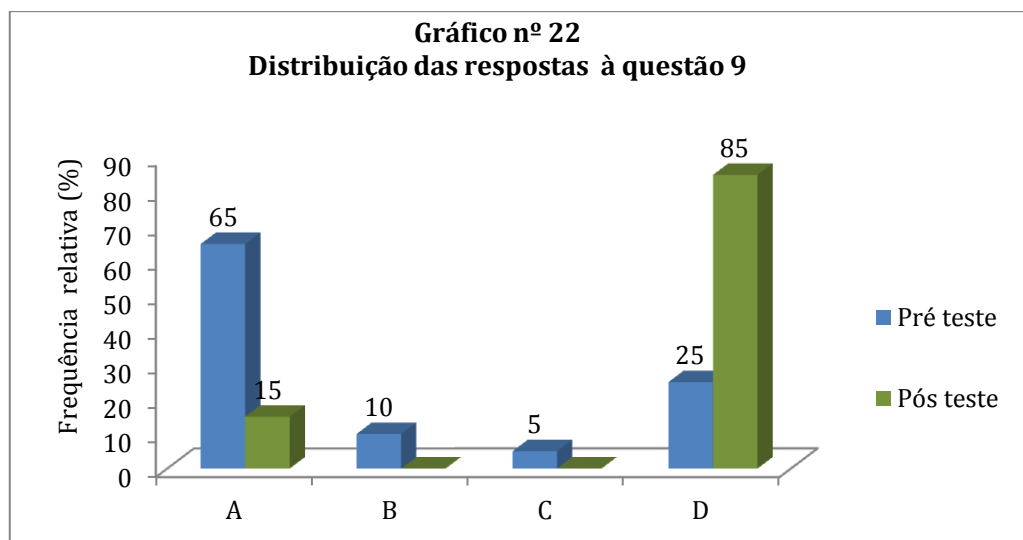
Os dados apresentados mostram que, no pré teste, metade dos alunos considerou que as três lâmpadas do circuito têm o mesmo brilho (B), independentemente do modo como estão ligadas, e apenas 10% dos participantes no estudo selecionaram corretamente a opção A. Contudo, no pós teste, aumentou significativamente o número de alunos que identificou corretamente a lâmpada com mais brilho no circuito (opção A). A maioria dos alunos, no pré teste, considerou que, ao retirar o fio 1 o brilho da lâmpada A aumentava, o que está de acordo com os resultados obtidos, nesse mesmo momento de inquirição, relativamente ao item 7.2..

O gráfico nº 21 revela um aumento, do pré para o pós teste, da percentagem de alunos que considerou, corretamente, que o brilho da lâmpada A não se altera ao remover o fio 1 do circuito (opção (C)). Comparando este resultado com o obtido, no pós teste, para o item 7.2., parece existir uma incoerência. Este comportamento vem comprovar que a manifestação das conceções erradas dos alunos depende das situações apresentadas, conforme é referido na literatura sobre o tema.

Com a questão 9 procurou-se conhecer as conceções dos alunos sobre o funcionamento de uma lâmpada de incandescência e sobre a conservação da carga elétrica. As respostas à questão encontram-se organizadas na tabela 22 e no gráfico nº 22.

**Tabela 22** - Distribuição das respostas à questão 9 do teste, por número de alunos.

Questão	Opções	Nº de alunos	
		Pré teste	Pós teste
9.  No funcionamento de uma lâmpada de incandescência, as cargas elétricas são convertidas em luz?	(A) Sim, o movimento das partículas com carga elétrica através do filamento, produz “fricção”, aquecendo-o até à incandescência o que emite luz.	13	3
	(B) Sim, as cargas elétricas são emitidas.	2	0
	(C) Não, as cargas elétricas são conservadas, sendo transformadas noutra forma de energia.	1	0
	(D) Não, as cargas elétricas são conservadas. O movimento das partículas com carga elétrica através do filamento aumenta a sua temperatura até à incandescência emitindo luz.	5	17



Da análise do gráfico constata-se que, no primeiro momento de inquirição, a opção selecionada pela maioria dos alunos foi a (A), que não é a correta, e, no segundo momento, foi a opção correta (D), embora 15% dos alunos continuasse a escolher a opção “(A)”. As respostas à questão 9 mostram que, no pré teste, a maioria dos alunos pensa que as cargas elétricas são convertidas em luz (75%). Esta conceção errada parece ter sido abandonada por um número considerável de alunos após a intervenção didática.

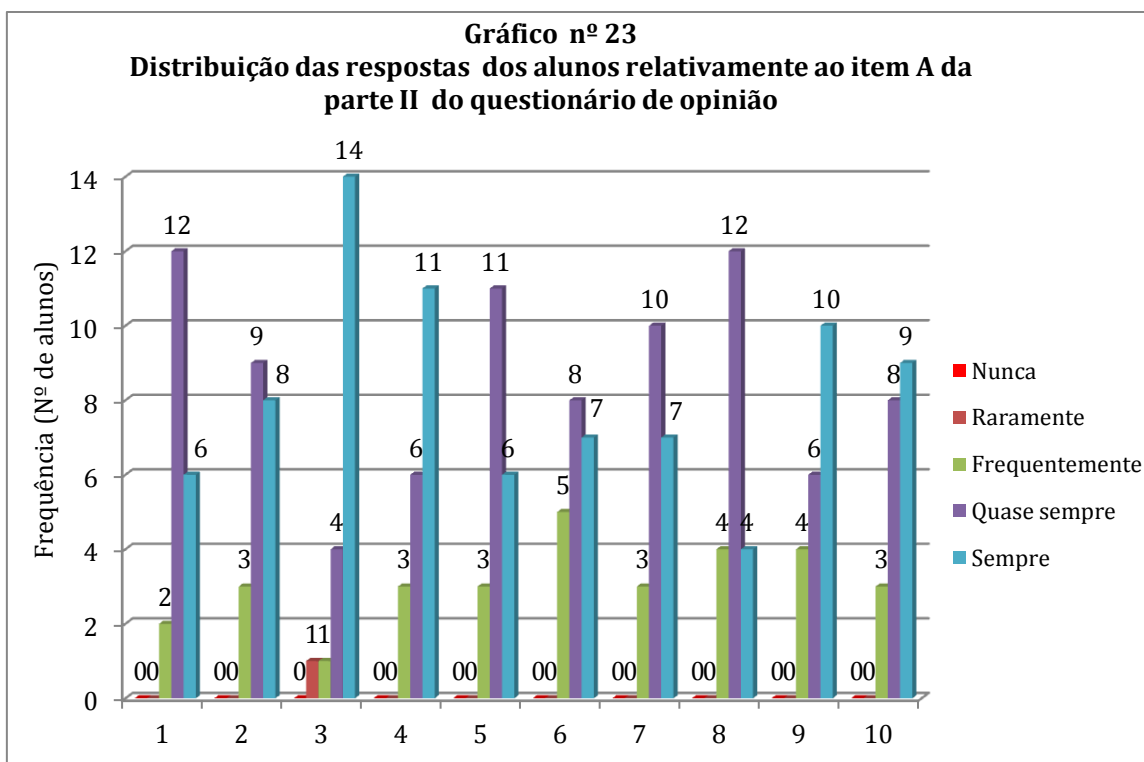


### 4.3. Apresentação e análise dos resultados do questionário de opinião

Na parte I do questionário de opinião (Anexo II) pretendia-se recolher dados pessoais para completar a caracterização dos alunos intervenientes no estudo e já apresentada no capítulo III.

A parte II do questionário, constituída por dois itens (A e B), tinha como objetivo indagar a opinião dos alunos acerca das tarefas/atividades desenvolvidas no âmbito da sequência didática implementada. O item A, cujos resultados se apresentam no gráfico 23, foi subdividida em dez alíneas relacionadas com as potencialidades destas atividades:

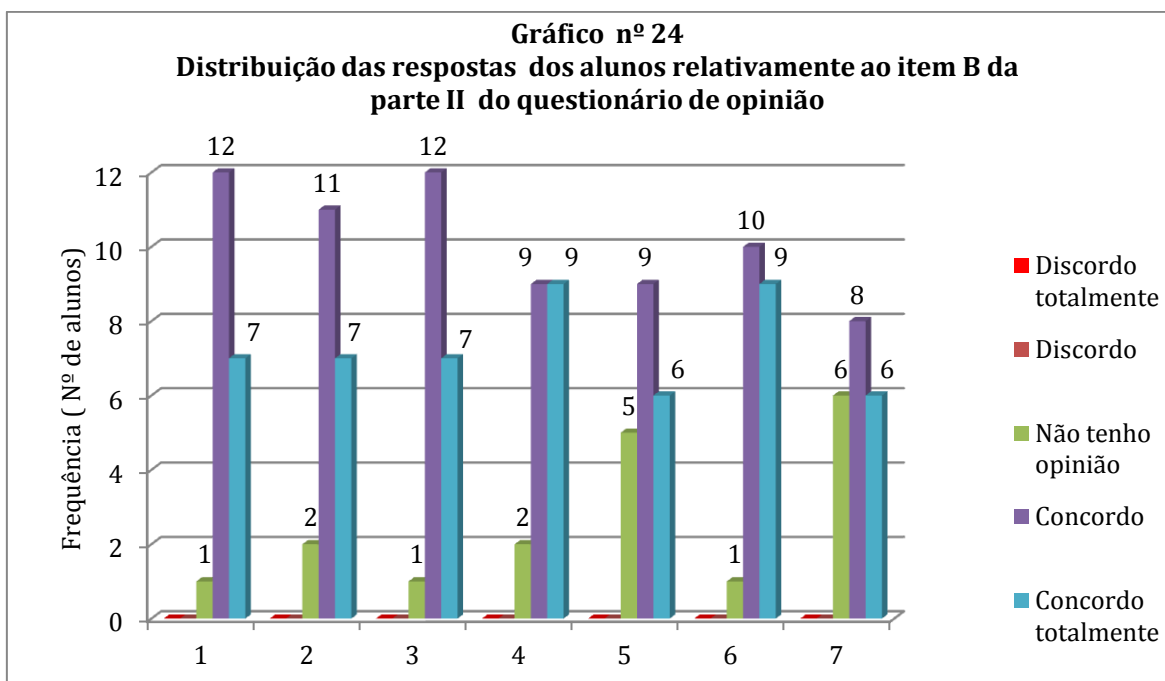
- 1- Aprender física de modo diferente;
- 2- Motivar para a aprendizagem do tema;
- 3- Relacionar o que se ensina/aprende na aula de física com o quotidiano;
- 4- Confrontar as ideias do aluno com a realidade;
- 5- Estudar/interpretar situações da vida diária;
- 6- Ultrapassar falsas ideias possuídas sobre determinados conceitos;
- 7- Aprender a aprender;
- 8- Partilhar ideias e responsabilidades com os colegas;
- 9- Desenvolver a autonomia;
- 10- Desenvolver a criatividade.



Como se pode observar no gráfico anterior, a opinião dos alunos é bastante favorável quanto às potencialidades das atividades desenvolvidas, já que a maioria dos alunos selecionou as opções quase sempre ou sempre para os vários tópicos. Destaca-se que a maioria dos alunos considera que as atividades desenvolvidas permitiram relacionar sempre ou quase sempre (60% e 20%, respetivamente) o que se ensina /aprende na aula de física com o quotidiano, embora 1 aluno (5%) tenha respondido que raramente isso aconteceu. É ainda de realçar que segundo a maioria dos alunos as atividades desenvolvidas permitiram quase sempre ou sempre aprender física de modo diferente (60% e 30%, respetivamente). Apesar da maioria dos alunos considerarem que quase sempre ou sempre as atividades realizadas possibilitaram ultrapassar falsas ideias que estes possuíam sobre determinados conceitos (40% e 35%, respetivamente), foi o aspeto por eles apontado menos conseguido, já que 25% considera que frequentemente isso aconteceu.

O item B, cujos resultados se apresentam no gráfico nº 24, foi subdividido em sete alíneas relacionadas com as características destas atividades:

- 1 Foram interessantes;
- 2 Exigiram a participação ativa do aluno;
- 3 Facilitaram a aprendizagem de conceitos;
- 4 Permitiram planificar experiências para dar respostas a questões colocadas;
- 5 Possibilitaram fazer previsões e testá-las através de experiências reais e/ ou virtuais;
- 6 Potenciaram o desenvolvimento de habilidades práticas/laboratoriais;
- 7 Permitiram a comunicação de ideias em diferentes formatos;



Da análise do gráfico nº 24, constata-se que a maioria dos alunos considerou as atividades interessantes, que exigiam a participação ativa dos alunos, que eram facilitadoras da aprendizagem de conceitos, que permitiam planificar experiências para dar respostas a questões colocadas e potenciaram o desenvolvimento de habilidades práticas/laboratoriais. Ainda que, a apreciação dos alunos relativamente às atividades propostas quanto a possibilitarem fazer previsões e testá-las através de experiências reais e/ou virtuais e quanto a permitirem a comunicação de ideias em diferentes formatos ter sido positiva pela maioria dos alunos, foram os dois tópicos menos atingidos, dado que a percentagem de alunos que manifestou não ter opinião sobre estes dois aspetos foi 25% e 30%, respetivamente.

A parte III do questionário, constituída por três perguntas abertas, tinha como finalidade conhecer a apreciação global que os alunos fizeram da intervenção didática. Com a primeira e segunda perguntas procurava-se que o aluno manifestasse o que mais lhe tinha agradado e o que mais lhe tinha desagradado durante esta intervenção.

Analisando as respostas dadas à primeira pergunta, verifica-se que os aspetos que mais agradaram aos alunos apontam principalmente para a dinâmica colocada na execução das tarefas propostas, na ligação das tarefas com o dia a dia dos alunos e com a possibilidade de aprender através da manipulação de materiais comuns e do trabalho laboratorial. A seguir são transcritas algumas das respostas dos alunos:

*“Agradou-me o facto de poder experimentar na prática e não apenas de forma teórica, dessa forma aprendi melhor e de uma forma mais divertida.”*

*“Aprender física e mexer nos materiais que utilizamos, porque assim conseguimos compreender melhor alguns conceitos e aprendemos ou complementamos o que já sabíamos sobre eletricidade e circuitos, mesmo para o dia-a-dia.”*

*“O facto de termos a possibilidade de utilizarmos a prática e não apenas a teoria. Aprender como funcionam os circuitos no dia-a-dia.”*

*“Através da sequência didática deu para perceber melhor alguma matéria, no caso das mais difíceis, porque assim tínhamos que pensar e experimentar através das nossas ideias.”*

*“Gostei de aprender como se montavam circuitos elétricos, medir d.d.p, a intensidade da corrente e resistência. As aulas práticas foram muito esclarecedoras, bem organizadas e muito interessantes.”*

*“Aprender mecanismos que usamos no nosso dia-a-dia.”*

Analisando as respostas dadas à segunda pergunta constata-se que:

- 10 alunos referiram que o que mais lhes desagradou foram as atividades terem sido realizadas extra-horário letivo, o que lhes diminuiu o tempo livre ;
- 5 alunos não responderam;
- 3 alunos referiram que nada lhes tinha desagradado;
- 1 aluno mencionou o facto de não ter conseguido apreender todos os conceitos;
- 1 aluno referiu que o que mais lhes desagradou foram os circuitos, por vezes deixarem de funcionar, devido a maus contactos entre os componentes.

A terceira pergunta tinha como objetivo indagar a opinião, fundamentada, do aluno acerca do papel das simulações computacionais, indicando se poderiam substituir e/ou complementar as atividades laboratoriais, na aprendizagem dos circuitos elétricos.

À exceção de dois alunos, todos consideraram que as simulações computacionais não poderiam substituir as atividades laboratoriais, mas que as poderiam complementar. As justificações apontam quase exclusivamente para o facto de considerarem muito importante na aprendizagem a manipulação de materiais reais. Os alunos que responderam que as simulações computacionais poderiam substituir o trabalho laboratorial, fundamentam a resposta alegando que deste modo não se danificaria o material de laboratório.

A seguir são transcritas algumas das respostas dadas pelos alunos a esta questão:

*“Complementar as atividades laboratoriais realizadas porque se fossemos ao simulador podíamos montar até circuitos elétricos, mas depois quando era a montar na realidade não conseguíamos.”*

“Sim. Penso que poderiam ajudar, mas na minha opinião as aulas práticas ajudam mais que simulações computacionais. Poderiam complementar, pois eram uma ajuda extra.”

“Não substitui a atividade laboratorial, pois é necessário tocar as coisas para aprender, porém é um excelente complemento para as aulas normais.”

“Complementar as atividades laboratoriais realizadas porque acho muito importante fazer as atividades laboratoriais e porque aprenderíamos mais.”

“Complementar as atividades laboratoriais porque permitiria fazer as atividades em casa.”

#### **4.4. Apresentação e análise dos resultados do questionário aos professores**

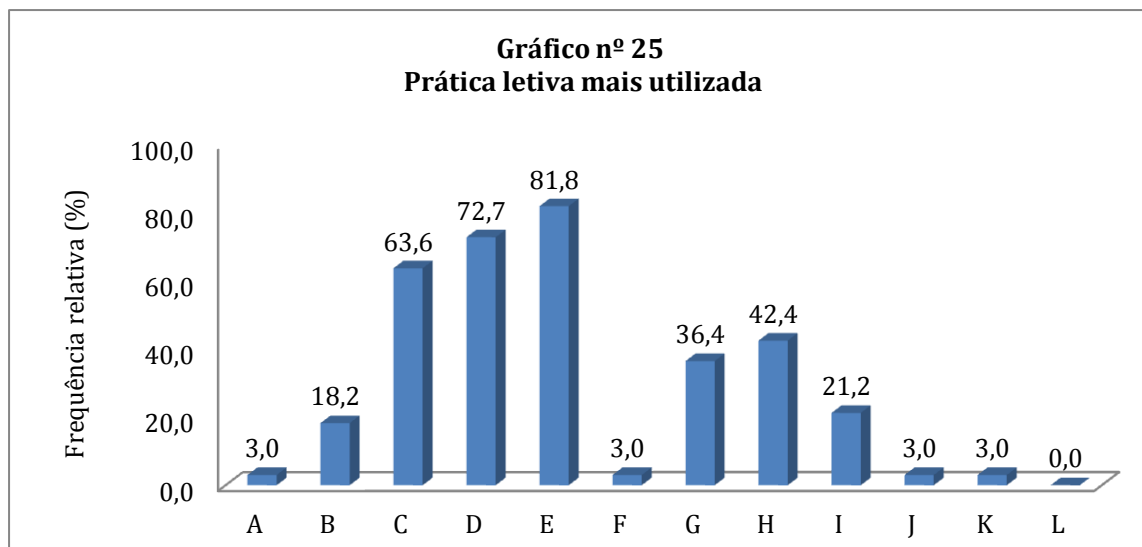
Nesta secção são apresentados e analisados os resultados obtidos com a aplicação do questionário aos professores (Anexo III), respeitantes aos seguintes tópicos:

- Prática letiva (Parte II);
- Relação entre o 3º CEB e o Secundário (Parte III).

##### **Parte II - Prática letiva**

Prática letiva mais corrente relativa à temática " Circuitos elétricos"

O gráfico nº 25 ilustra as práticas mais correntes utilizadas pelos professores desta amostra, na leção da temática circuitos elétricos (foram solicitadas até 4 opções).



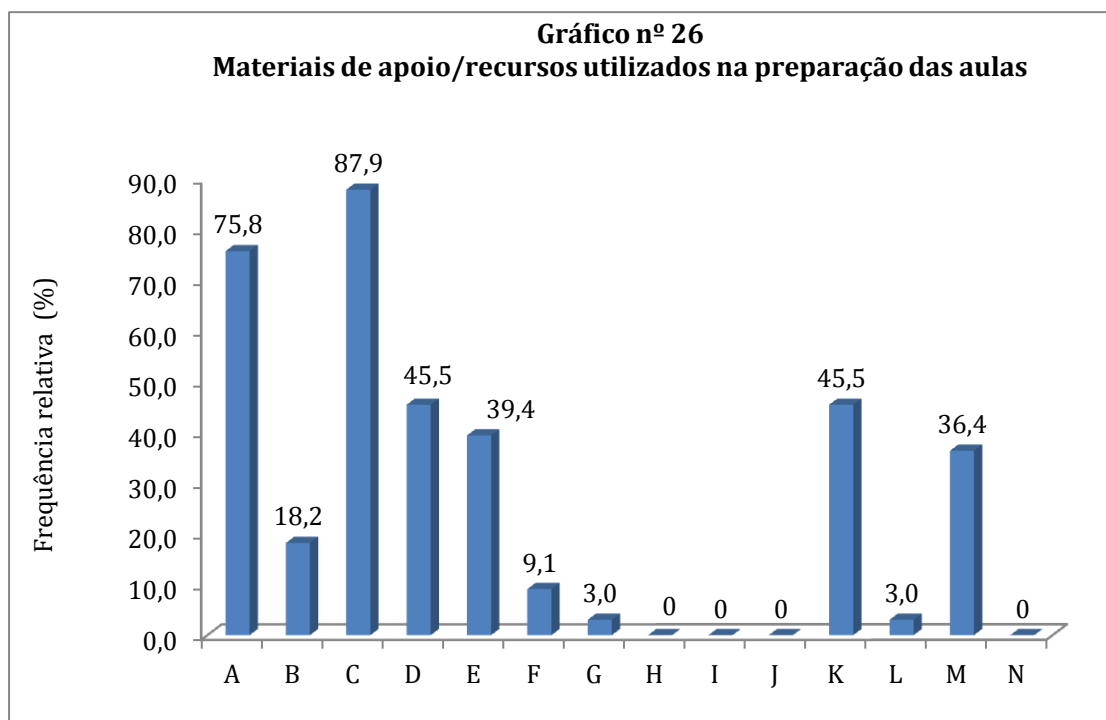
- A- Aulas predominantemente expositivas.  
 B- Aulas predominantemente de resolução de exercícios de papel e lápis.  
 C- Aulas expositivas com resolução de exercícios.  
 D- Aulas expositivas com demonstrações experimentais.  
 E- Aulas de trabalho laboratorial realizado pelos alunos com mediação do professor.  
 F- Aulas de trabalho laboratorial realizado pelos alunos sem mediação do professor.  
 G- Aulas interativas (com recurso a vídeo, laboratório virtual, Internet...).  
 H- Aulas interativas com recurso a *software* e/ou simulações em computador.  
 I- Atividades de resolução de problemas  
 J - Projetos de investigação.  
 K- Aulas de campo (Visitas de estudo).  
 L - Outras atividades.

A análise deste gráfico permite constatar que:

- As aulas de trabalho laboratorial realizado pelos alunos com mediação do professor são a prática letiva corrente mais apontada por estes professores (81,8%);
- A maioria dos professores indica, também, como práticas letivas mais correntes, aulas expositivas com demonstrações experimentais (72,7%) e aulas expositivas com resolução de exercícios (63,6%);
- Aulas interativas com recurso a *software* e/ou simulações são uma das práticas letivas mais correntes apontadas, ainda, por um número significativo destes professores (42,4%);
- As práticas referidas com menor frequência foram: aulas predominantemente expositivas, aulas de trabalho laboratorial realizado pelos alunos sem mediação do professor, projetos de investigação e aulas de campo /visitas de estudo (3% cada).

***Materiais de apoio/recursos utilizados na preparação das aulas de 9º ano de escolaridade sobre circuitos elétricos.***

O gráfico nº 26 apresenta a distribuição, em percentagem, dos materiais de apoio/recursos utilizados por estes professores na preparação das aulas de 9º ano de escolaridade, sobre circuitos elétricos (foi solicitado aos professores a indicação até 4 opções).



- A- Orientações curriculares do Ensino Básico.
- B- Programas curriculares do ensino secundário.
- C- Manual escolar adotado.
- D- Outros manuais escolares que não o adotado.
- E- Materiais de anos anteriores, adaptados.
- F- Materiais de outros professores, adaptados.
- G- Livros/artigos científicos específicos sobre o tema.
- H- Livros ou artigos de divulgação científica.
- I- Livros/artigos de investigação de âmbito pedagógico e/ou didático sobre o tema.
- J- Fóruns de discussão.
- K- Pesquisa de informação e de materiais na Internet.
- L- Vídeos (ex: vídeos do *You Tube* ou realizados pelo professor).
- M- *Software*/ e ou simulações interativas.
- N- Outro.

Da análise deste gráfico verifica-se que:

- A grande maioria dos professores utiliza o manual escolar adotado (87,9%) e as orientações curriculares do Ensino Básico (75,8%) como material de apoio na preparação das aulas;

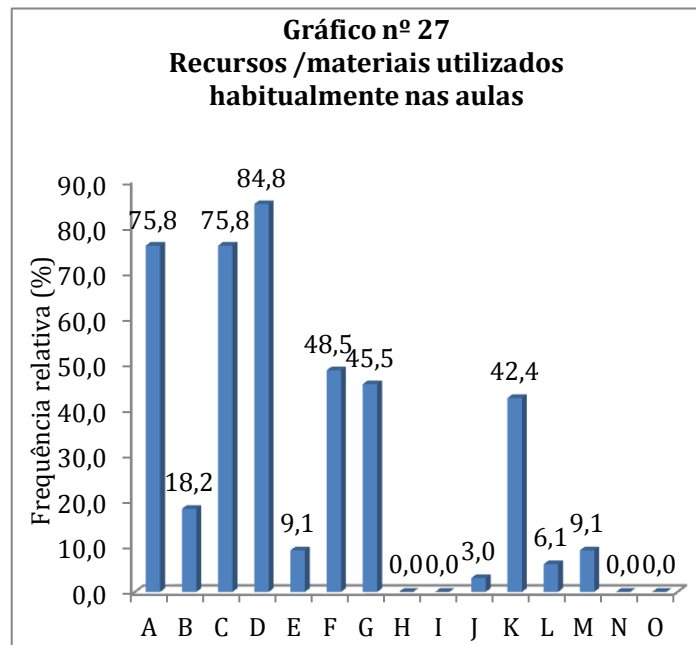
- São, também, apontados por 45,5% dos professores, como materiais de apoio/recursos, utilizados na preparação das aulas, outros manuais escolares que não o adotado, e a pesquisa de informação e de materiais na Internet.

- São ainda referidos, por uma percentagem significativa de professores, a utilização de materiais de anos anteriores adaptados e/ou simulações (39,4% e 36,4% respetivamente).

***Materiais de apoio/recursos utilizados na preparação das aulas de 9º ano de escolaridade sobre circuitos elétricos.***

O gráfico nº 27 apresenta a percentagem de respostas relativas aos recursos/materiais que habitualmente estes professores utilizam nas aulas de 9º ano de escolaridade sobre circuitos elétricos (foram solicitadas até 4 opções).

- A- Quadro branco ou negro.
- B- Quadro Interativo.
- C- Manual escolar adotado.
- D- Material de laboratório.
- E- Apresentações eletrónicas.
- F-Fichas de resolução de exercícios.
- G-Fichas/protocolos laboratoriais.
- H- Textos/livros científicos de consulta.
- I- Textos/ livros de divulgação científica.
- J- Vídeos.
- K-Software educativo e/ou simulações interativas.
- L- Laboratórios virtuais.
- M- e-book .
- N- Redes sociais.
- O – Outros.



A análise deste gráfico permite constatar que:



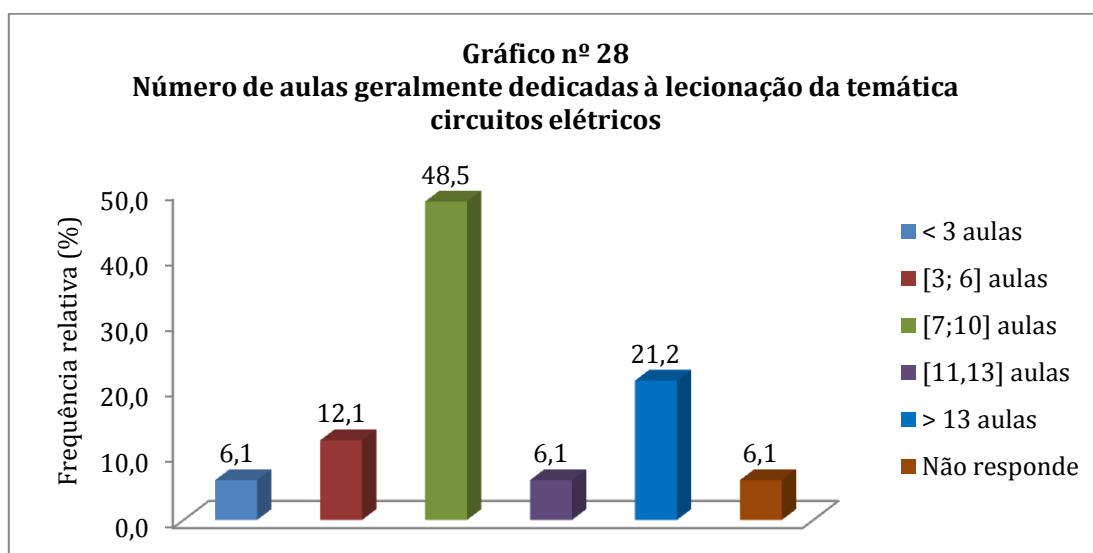
- A grande maioria dos professores (84,8%) utiliza habitualmente material de laboratório nas aulas sobre circuitos elétricos e 75,8 % utiliza, também, o quadro e o manual escolar adotado;

- Foi ainda referido por 48,5 % dos professores a utilização de fichas de resolução de exercícios e por 45,5% a utilização de fichas /protocolos laboratoriais.

Dos 42,4 % dos professores que referiram utilizar nas aulas *software* educativo /ou simulações interativas, apenas 18,2% identificaram algum deste material, sendo as simulações do repositório PhET- *Physics Education Technology da University Colorado* - as mencionadas com maior frequência (15,2%). Os restantes referiram apenas utilizar o manual interativo e *software* ou vídeos pesquisados na internet, sem os identificarem.

### **2.1. Número de aulas geralmente dedicadas à leção da temática circuitos elétricos no 9º ano de escolaridade.**

O gráfico nº 28 ilustra o número de aulas, com a duração de 45 minutos, que os professores da amostra dedicam geralmente à leção da temática circuitos elétricos no 9º ano de escolaridade.



Da análise do gráfico verifica-se que:

- Dos 33 professores, que responderam ao questionário, 48,5% referiram que, geralmente, dedicam entre 7 e 10 aulas à leção desta temática;

- Apenas 21,2 % dos professores referiram dedicar mais de 13 aulas à lecionação desta subunidade;
- Referiram dedicar a esta lecionação um número de aulas inferior a 3, somente, 6,1% dos professores inquiridos.

## ***2.2. Nível de importância que os professores atribuem ao trabalho laboratorial no ensino e aprendizagem da temática “Circuitos elétricos”.***

A tabela 23 organiza os dados obtidos das respostas ao item 2.2. da Parte II do questionário: nível de importância atribuída ao trabalho laboratorial no ensino e aprendizagem da temática “Circuitos elétricos”.

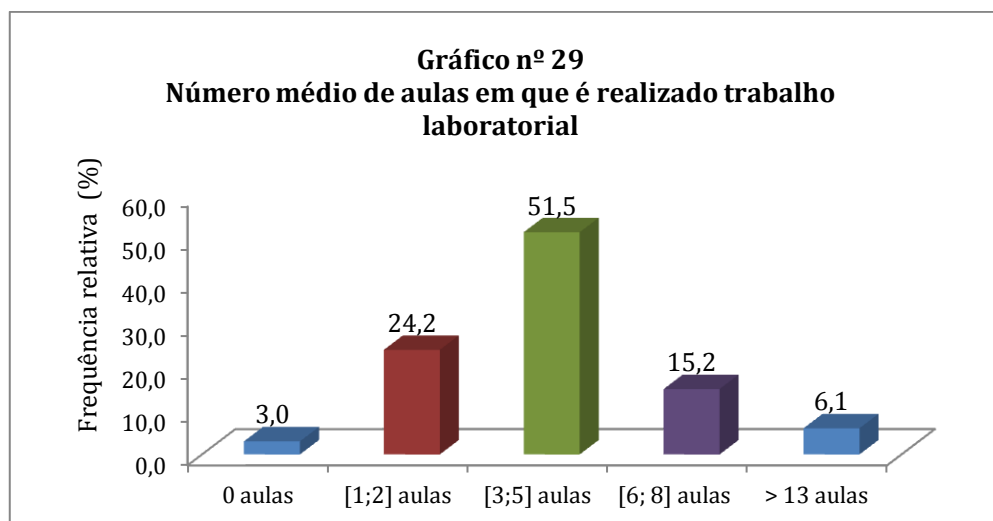
**Tabela 23**

	Nível de importância			
	Nenhum	Pouco	Algum	Muito
<b>Frequência</b>	0	0	7	26
<b>%</b>	0	0	21,2	78,8

Da análise da tabela constata-se que todos os professores, que responderam ao questionário, consideram importante o trabalho laboratorial no ensino e aprendizagem desta temática, sendo mesmo considerado muito importante por 78,8 % dos professores.

## ***2.3. Número médio de aulas em que é realizado trabalho laboratorial ao lecionar a temática circuitos elétricos***

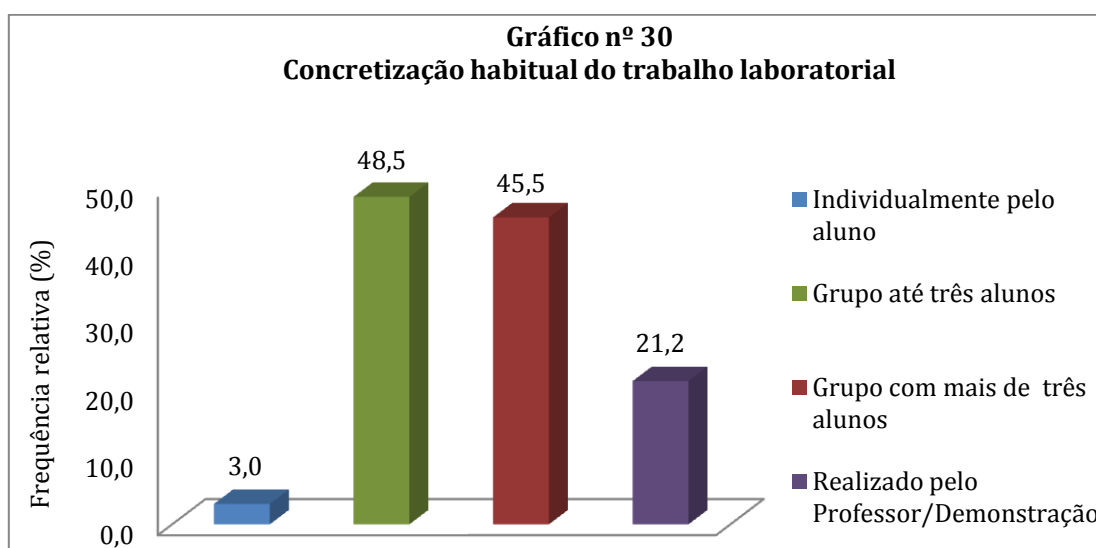
O gráfico nº 29 ilustra a percentagem de respostas relativas ao número médio de aulas, com a duração de 45 minutos, onde foi realizado trabalho laboratorial.



A análise deste gráfico permite constatar que a maioria destes professores (51,5%) indicou um número médio entre 3 a 5 aulas de trabalho laboratorial. Foi ainda apontada por 24,2% dos professores a realização de trabalho laboratorial apenas em 1 ou 2 aulas e unicamente 1 professor (3,0%) referiu nunca realizar trabalho laboratorial sobre esta temática.

### ***3.1. Modo como é concretizado habitualmente o trabalho laboratorial.***

No gráfico nº 30 apresentam-se os resultados sobre o modo como estes professores concretizam habitualmente o trabalho laboratorial.



A partir dos dados apresentados neste gráfico pode constatar-se que o trabalho laboratorial é predominantemente concretizado pelos alunos organizados em grupo de 3 ou mais elementos. Ainda assim, 21,2% dos professores refere a demonstração como modo de concretizar habitualmente o trabalho laboratorial.

### ***3.2. Papel/função atribuído às simulações interativas no ensino e aprendizagem dos circuitos elétricos.***

A tabela 24 organiza os resultados obtidos referentes às respostas ao item 3.2 da Parte II do questionário: papel/ função atribuído às simulações interativas no ensino e aprendizagem dos circuitos elétricos.

**Tabela 24**

	<b>Papel atribuído às simulações interativas</b>			
	Nenhum	Motivar os alunos	Complementar o trabalho Laboratorial	Substituir o trabalho laboratorial
<b>Frequência</b>	0	11	25	1
<b>%</b>	0	33,3	75,8	3,0

Da análise da tabela 24 pode inferir-se que a maioria destes professores (75,8%) considera que as simulações interativas complementam o trabalho laboratorial e um número significativo de professores (33,3%) reconhece-lhes importância na motivação dos alunos. Apenas um dos professores encara as simulações interativas como substituição do trabalho laboratorial.

### ***3.3. Conhecimento/ familiarização que os professores possuem acerca das concepções erróneas/alternativas indicadas na literatura, no âmbito do ensino e aprendizagem da temática circuitos elétricos.***

Na tabela 25 estão apresentados os resultados obtidos relativos às respostas dadas ao item 3.3. da Parte II do questionário: grau de conhecimento/familiarização que os professores julgam possuir acerca das concepções alternativas indicadas na literatura, no âmbito do ensino e aprendizagem da temática circuitos elétricos.

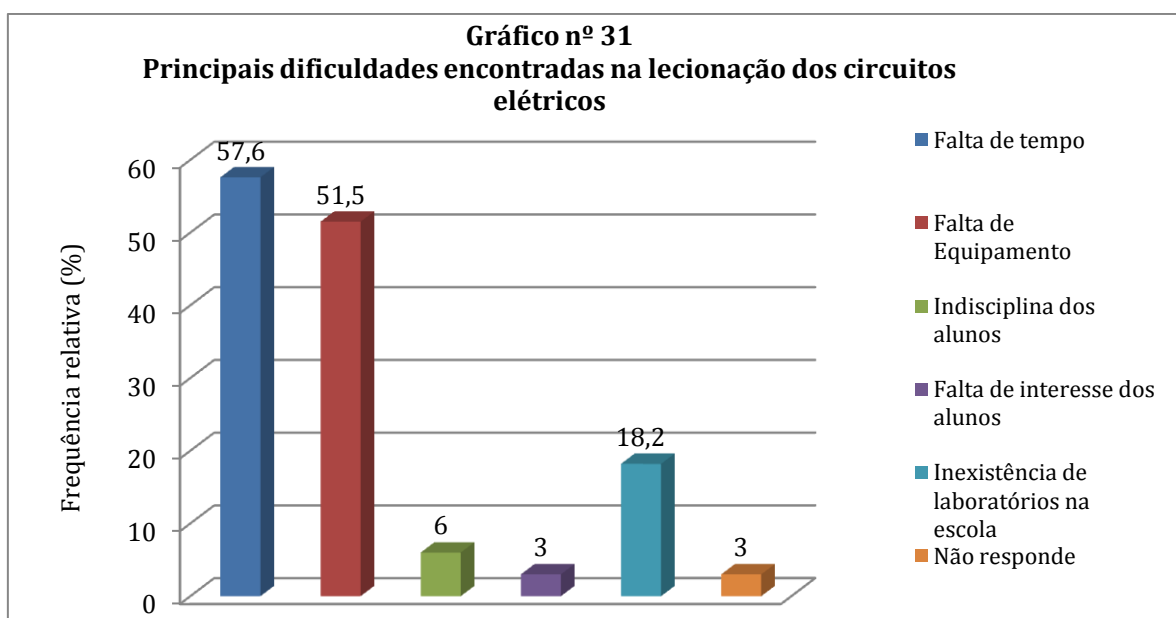
Tabela 25

	Grau de conhecimento acerca das concepções errôneas/alternativas			
	Nenhum	Pouco	Algum	Muito
<b>Frequência</b>	0	6	21	2
<b>%</b>	0	18,2	63,4	6,1

Os resultados apresentados na tabela 25 mostram que a maioria dos professores julga possuir algum conhecimento acerca das concepções alternativas dos alunos, indicadas na literatura, no âmbito do ensino e aprendizagem da temática circuitos elétricos. No entanto, 18,2 % dos professores refere ter pouco conhecimento acerca das mesmas.

#### ***3.4. Principais dificuldades encontradas na leção da temática circuitos elétricos.***

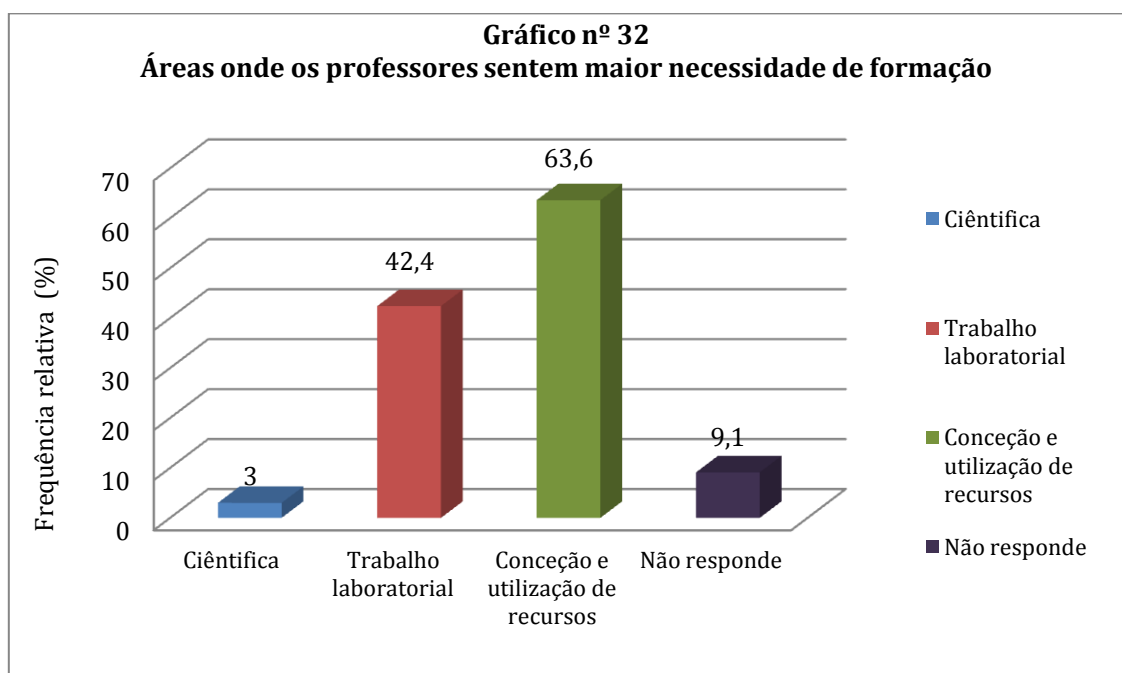
As principais dificuldades apontadas pelos professores na leção dos circuitos elétricos encontram-se no gráfico nº 31



Os resultados apresentados no gráfico anterior revelam que as maiores dificuldades indicadas por este grupo de professores se prendem com a falta de tempo (57,6 %), com a falta de equipamento e com a inexistência de laboratórios na escola.

**4. Áreas onde os professores sentem maior necessidade de formação relativamente ao ensino e aprendizagem da temática circuitos elétricos.**

As áreas apresentadas pelos professores em que sentem maior necessidade de formação encontram-se no gráfico nº 32



Os resultados apresentados neste gráfico mostram que a maioria dos professores refere sentir maior necessidade de formação no âmbito da conceção e utilização de recursos e/ou no trabalho laboratorial. Estas duas necessidades apontadas pelos professores parecem poderem estar relacionadas.

### Parte III – Relação entre o 3º CEB e o Ensino Secundário

#### 1. *Conhecimento sobre a realidade do Ensino Secundário*

A tabela 26 apresenta os resultados sobre o conhecimento que este grupo de professores diz possuir, acerca da realidade do Ensino Secundário.

**Tabela 26**

	Conhecimento acerca da realidade do Ensino Secundário			
	Nada	Pouco	Bem	Muito bem
<b>Frequência</b>	0	10	16	7
<b>%</b>	0	30,3	48,5	21,2

Da análise dos dados apresentados nesta tabela verifica-se que a maioria dos professores refere conhecer Bem (48,5%) ou Muito Bem (21,2%) a realidade do ensino secundário. No entanto, uma percentagem significativa (30,3%) afirma possuir pouco conhecimento sobre essa realidade. Este resultado parece estar relacionado com a experiência de lecionação dos professores, apresentada na tabela 1, onde se indica que 9 dos professores da amostra (27,3%) apenas têm experiência de lecionação no 3ºCEB. Ao analisar as respostas dadas em função da experiência dos professores, constata-se que os que responderam conhecer pouco a realidade do ensino secundário, ou nunca lecionaram neste ciclo de ensino (21,2%), ou possuem uma reduzida experiência de lecionação no mesmo (10,3%).

#### ***Relação entre as orientações curriculares do 3º CEB, sobre circuitos elétricos, e as exigências do Ensino Secundário.***

Na tabela 27 estão organizados os resultados obtidos referentes à questão 2 da III parte do questionário:

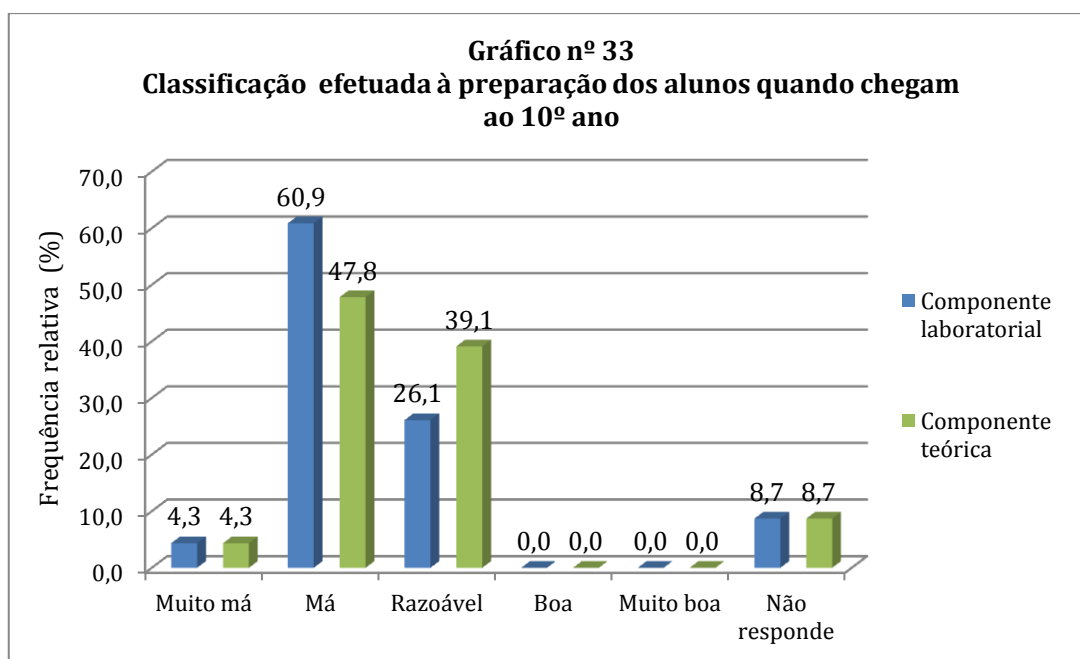
Tabela 27

	<i>“Considera que os conteúdos /competências referidos nas orientações curriculares lecionados no 3º CEB, estão de acordo com as exigências do Ensino Secundário?”</i>				
	Não	Nem sempre	Sim	Não sei	Não respondeu
<b>Frequência</b>	4	8	12	7	2
<b>%</b>	12,1	24,2	36,2	21,2	6,1

A análise da tabela 27 permite constatar que 36,3 % dos professores consideram que as orientações curriculares do 3º CEB não estão, ou nem sempre estão, de acordo com as exigências do Ensino Secundário. Contudo, 36,2% dos professores pensam que essas orientações estão de acordo com o Ensino Secundário. É ainda de referir que 27,3 % dos professores ou não respondem ou não sabem se existe articulação entre estes 2 níveis de ensino, sobre a temática em estudo.

***Preparação dos alunos, nas componentes teórica e laboratorial, sobre circuitos elétricos, quando ingressam no 10º ano de escolaridade.***

O gráfico nº 33 apresenta a classificação, atribuída pelos 24 professores com experiência de leção no 3º CEB e Secundário, da preparação dos alunos nas componentes prática e laboratorial quando chegam ao 10º ano de escolaridade.



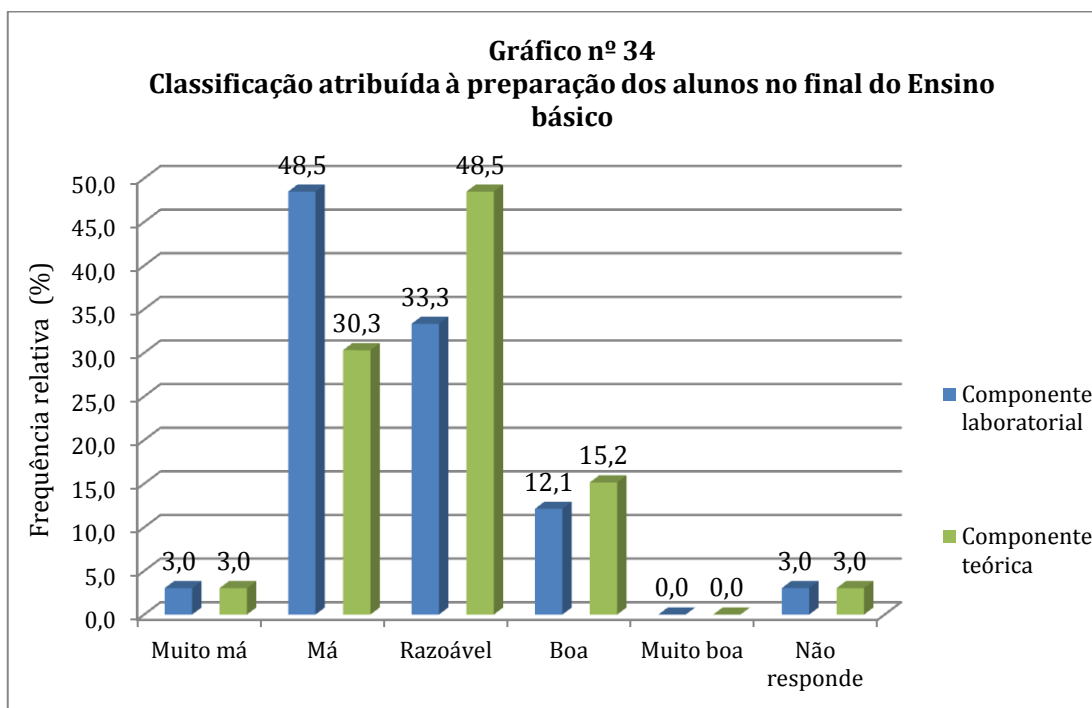


Da análise do gráfico nº 33 pode constatar-se que:

- A maioria dos professores com experiência no 3º CEB e Secundário considera má ou muito má a preparação dos alunos, quer na componente laboratorial quer na componente teórica (Conceitos/Relações entre conceitos e linguagem científica), quando iniciam o ensino secundário;
- Alguns destes professores consideram Razoável a preparação dos alunos na componente laboratorial e teórica (26,1% e 39,1% respetivamente);
- É ainda de referir que nenhum dos professores classificou a preparação dos alunos como Boa ou Muito boa, quer na componente laboratorial quer na componente teórica.

***Preparação dos alunos, sobre circuitos elétricos, no final do 3º CEB.***

O gráfico nº 34 apresenta a classificação atribuída, pela amostra total dos professores, à preparação dos alunos nas componentes prática e laboratorial, sobre circuitos elétricos, quando terminam o ensino básico.



Da análise dos resultados expostos no gráfico nº 34 pode verificar-se que:

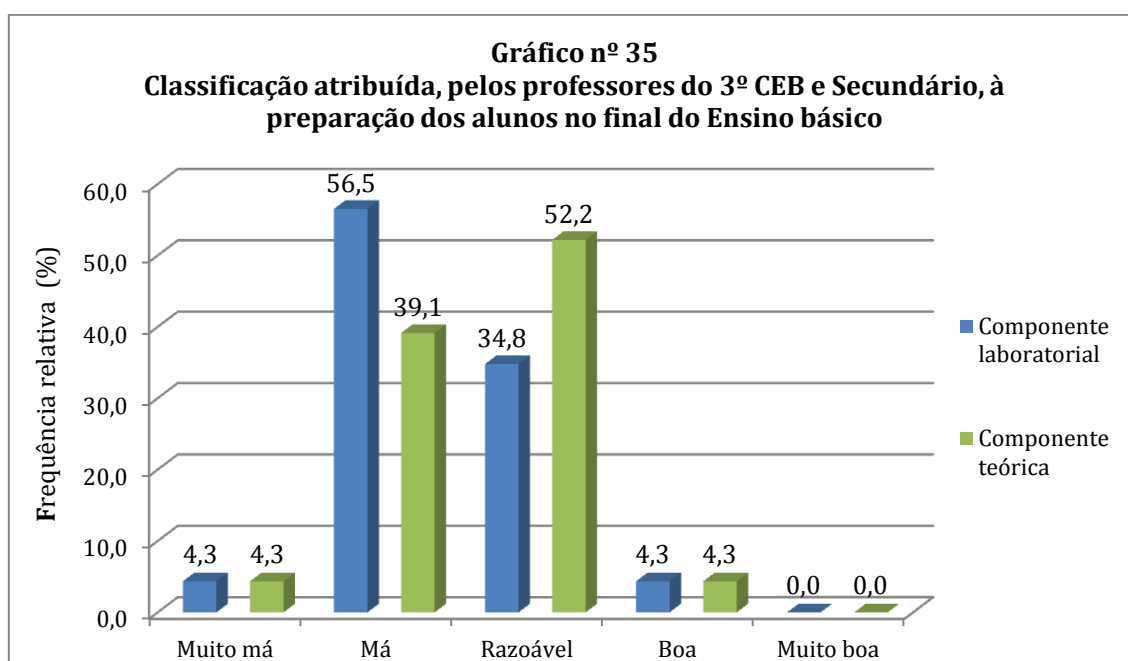
- A preparação dos alunos, relativamente à componente laboratorial, no final do ensino básico, é considerada Má ou Muito má pela maioria dos professores (48,5% e 3,0%, respetivamente). Contudo, uma percentagem significativa de professores

classifica esta preparação de razoável (33,3%) e alguns ainda a consideram Boa (12,1%);

- No que diz respeito à preparação dos alunos na componente teórica, esta é classificada pela maioria dos professores como Razoável ou Boa (48,5% e 15,2%, respetivamente). Todavia, uma percentagem expressiva de professores considera essa preparação Má ou Muito má (30,3% e 3,0%, respetivamente).

Comparando as informações retiradas dos gráficos nº 33 e nº 34 verifica-se que a opinião dos professores quanto à preparação dos alunos, parece ser mais favorável quando terminam o 3º CEB do que quando iniciam o 10º ano de escolaridade. Esta diferença de opinião parece ser ainda maior na componente teórica do que na componente laboratorial.

Como esta discrepância poderia ser devida ao facto de a amostra dos professores relativa ao gráfico 33 não incluir os professores que não têm experiência de lecionação no Ensino Secundário, trataram-se de novo os dados referentes à opinião dos professores sobre a preparação dos alunos no final do 3º CEB, não incluindo a opinião dos professores que apenas lecionam no 3º CEB. Estes dados encontram-se no gráfico nº 35.



Analisando este último gráfico verifica-se que:

- A maioria dos professores com experiência no 3º CEB e Secundário consideram Má ou Muito má a preparação dos alunos na componente laboratorial (56,5% e 4,3%

respetivamente), embora uma percentagem expressiva a considere Razoável ou Boa (34,8% e 4,3% respetivamente);

- A preparação dos alunos, ao terminarem o ensino básico, na componente teórica, é considerada pela maioria destes professores de Razoável ou Boa (52,2% e 4,3%, respetivamente) embora seja considerada Má ou Muito má por uma percentagem significativa (39,1% e 4,3%, respetivamente).

***Razões apontadas pelos professores que levaram à classificação menos positiva atribuída à preparação dos alunos, relativamente aos circuitos elétricos.***

As razões apontadas pelos professores, que os levaram a atribuir uma classificação menos positiva (Má e/ou Muito má) à preparação dos alunos nas componentes teórica e laboratorial, foram, por ordem decrescente de frequência:

Na componente laboratorial:

- Falta de tempo para explorar convenientemente esta componente (59,3 %)
- Inexistência de laboratório e/ou falta de material de laboratório (43,4%);
- Programa do 9º ano excessivamente extenso e/ou muito diversificado (18,5%);
- Indisciplina dos alunos (7%);
- Dificuldade dos alunos na interpretação de dados e na utilização de aparelhos de medida (7%).

Na componente teórica:

- Falta de tempo para a consolidação de conhecimentos (40,7 %);
- Programa excessivamente extenso e muito diversificado (29,6 %);
- Dificuldades na utilização da linguagem científica e a não aplicação dos conteúdos a situações práticas. (14,8%);
- Falta de hábitos de trabalho ( 14,8 %).

***Sugestões apresentadas pelos professores para melhorarem a qualidade da aprendizagem dos alunos sobre a temática circuitos elétricos.***

As sugestões mais frequentemente apontadas pelos professores, que classificaram a preparação dos alunos como menos positiva (Má, Muito má ou razoável), para melhorar a situação foram:

- Necessidade de mais tempo para a leção do tema e aulas, sobretudo as experimentais, com menor número de alunos;
- Aumentar o número de aulas dedicadas à componente experimental;
- Equipar as escolas com material de laboratório e/ou melhorar as condições materiais para o desenvolvimento do ensino experimental das ciências;
- Diminuir a extensão do programa ou aumentar a carga horária da disciplina;
- Desdobramento de aulas de 90 minutos;
- Mais formação específica, por parte dos docentes, nesta temática;
- Melhorar o comportamento dos alunos e a necessidade de valorização da escola pela sociedade.

## **Capítulo V**

### **CONCLUSÕES**

#### **5.1. Introdução**

Este capítulo está organizado em três secções. Na primeira, são apresentadas as principais conclusões do estudo (5.2), em estreita associação com as finalidades traçadas e com as questões de investigação formuladas (em 1.3 do capítulo I), às quais se procurou responder, fazendo alusão a algumas implicações do estudo. Na segunda secção (5.3), faz-se referência às principais dificuldades/limitações encontradas. Na última secção (5.4), apresentam-se algumas sugestões, para futuras investigações, relacionadas com a temática abordada neste trabalho, em consequência das principais conclusões e implicações mencionadas.

#### **5.2. Principais Conclusões**

Este estudo tinha como finalidades investigar possíveis razões subjacentes às fragilidades manifestadas pelos alunos, quando ingressam no ensino secundário, sobre a temática circuitos elétricos e avaliar o efeito da implementação de uma sequência didática desenhada com a preocupação de contribuir para uma aprendizagem mais significativa sobre o tema. Neste sentido afigurou-se-nos, desde o início, importante averiguar as experiências de aprendizagem dos alunos participantes, no que diz respeito à temática circuitos elétricos, no ensino básico, bem como identificar e interpretar as concepções e competências, dos mesmos, relativas à referida temática. Procurou-se, ainda, averiguar as concepções e opiniões de um grupo de professores acerca das características da sua prática letiva referente à leção dos circuitos elétricos no 3º CEB, assim como do conhecimento que estes possuíam sobre a articulação existente entre o 3º CEB e o ensino secundário. Estudou-se o impacto da implementação da sequência didática, desenhada na evolução das concepções e competências dos alunos, e averiguou-se, também, a opinião dos estudantes relativamente à abordagem de ensino e aprendizagem proposta.

No que diz respeito ao percurso e às experiências de aprendizagem dos alunos, todos, à exceção de um aluno (95%), referiram ter estudado eletricidade no 9º ano de escolaridade. Contudo, indicaram, em percentagens praticamente idênticas (50%), terem tido somente até três aulas ou entre três e seis aulas, de 45 minutos, sobre esta temática. No questionário aos professores 48,5% dos inquiridos referiram dedicar à lecionação deste assunto entre 7 a 10 aulas (de 45 minutos), apenas 21,2% referiram dedicar mais de 13 aulas e 18,3% menos de 3 aulas ou entre 3 e seis aulas. Das respostas dadas pelos alunos e professores, consideramos que é dedicado, à abordagem deste tema, um número reduzido de tempos letivos. De acordo com o que foi referido no capítulo II, a aprendizagem é um processo longo e com descontinuidades, logo requer tempo para que o aluno possa construir e reconstruir novos significados.

Questionados sobre o tipo de atividades dinamizadas nas aulas de eletricidade, a maioria dos alunos indicou a resolução de exercícios de papel e lápis como a atividade realizada com maior frequência, seguida da demonstração experimental feita pelo professor. A exposição feita pelo professor é o tipo de atividade apontada pelos alunos em 3º lugar, por ordem decrescente de frequência, seguida da demonstração feita pelo professor com a colaboração dos alunos. Não obstante um número significativo de alunos referir a atividade laboratorial, como tendo sido dinamizada com alguma frequência, a maioria dos alunos refere nunca ou raramente a ter efetuado (31,6% e 26,3%, respetivamente). Todavia, 81,8 % dos professores inquiridos indicam como prática letiva mais corrente, referente à temática circuitos elétricos, as aulas de trabalho laboratorial com mediação do professor, seguida das aulas expositivas com demonstrações experimentais, que são referidas por 72,7% dos professores e as aulas expositivas com resolução de exercícios, apontadas por 63,6%.

É de destacar que todos os professores consideram importante o trabalho laboratorial no ensino e na aprendizagem deste tema, sendo considerado por 78,8% dos inquiridos como muito importante. Além disso, a maioria dos professores (51,5%), aponta entre 3 a 5 aulas como número médio em que é realizado trabalho laboratorial, sendo concretizado, habitualmente, pelos alunos organizados em grupo de 3 ou mais elementos. A maioria (75,8%) considera, ainda, que as simulações interativas podem complementar o trabalho laboratorial, não o substituindo. Só um dos professores (3%) encara as simulações interativas como substituição do trabalho laboratorial. Na opinião de um número significativo de professores (33,3%), as simulações interativas contribuem para motivar os alunos para o tema.

Quando questionados sobre as áreas em que sentem maior necessidade de formação, relativamente ao ensino e aprendizagem da temática em estudo, a maioria dos professores

(63,6%) referem sentir maior necessidade de formação no âmbito da conceção e utilização de recursos e no âmbito do trabalho laboratorial (42,4%). Estas duas necessidades de formação assinaladas poderão estar relacionadas entre si.

Relativamente aos materiais de apoio/recursos utilizados pelos professores na preparação das aulas, os quatro recursos apontados com maior frequência são: o manual escolar adotado (87,9%), as orientações curriculares do Ensino Básico (75,8%), outros manuais que não o adotado (45,5%) e a pesquisa de informação e de materiais na internet (45,5%).

No que diz respeito aos materiais de apoio utilizados habitualmente nas aulas sobre circuitos elétricos, os quatro recursos indicados com maior frequência foram, por ordem decrescente de frequência: material de laboratório, manual escolar adotado, quadro e fichas de resolução de exercícios. Apesar de 42,4% dos professores referirem utilizar nas aulas *software* educativo/ou simulações interativas, apenas 18,2% identificaram as simulações utilizadas, sendo as simulações do reportório *PhET- Physics Education* da Universidade do Colorado mencionadas com maior frequência (15,2%). Os restantes referiram apenas utilizar o manual interativo e *software* ou vídeos pesquisados na internet, sem os identificarem.

O manual adotado continua a ser um recurso muito utilizado, quer na preparação quer no desenvolvimento da própria aula, e as simulações interativas, aparentemente, são um recurso pouco explorado, o que nos parece estar, mais uma vez, relacionado com uma das dificuldades apontadas pelos professores, relativamente à conceção e utilização de recursos para o ensino e a aprendizagem desta temática. Consideramos que a aprendizagem não deverá basear-se no livro de texto, mas recorrer-se a vários recursos, como: outros livros, diferentes tipos de documentos, artigos e materiais educativos. A diversidade de estratégias e de materiais de ensino é positiva e contribui para que a aprendizagem seja mais significativa e mais crítica.

Quando inquiridos sobre as principais dificuldades que sentem na leção deste tema, a maioria dos professores (57,6%) refere a escassez de tempo para o abordar e a falta de equipamento (51,5%), além da inexistência de laboratórios na escola (18,2%).

Do exposto, parece poder inferir-se que, apesar dos professores considerarem que o trabalho laboratorial desempenha um papel bastante importante na leção da eletricidade básica, ele pode não estar a ser adequadamente implementado, nem ocorrer com uma frequência ajustada. Além disso, parece-nos necessário e importante os professores terem acesso a formação nesta área, para se sentirem mais confiantes e autónomos, quer na conceção de recursos e materiais didáticos de suporte à leção desta temática, quer na exploração das potencialidades didáticas que o trabalho laboratorial e outros recursos, como,

por exemplo, as simulações interativas, podem oferecer. As escolas podem não estar adequadamente equipadas, todavia pensamos que é possível, ainda assim, efetuar trabalho laboratorial, no âmbito da eletricidade básica, utilizando equipamento simples e relativamente acessível.

No que se refere à relação entre o 3º CEB e o ensino secundário, a maioria dos professores diz conhecer bem (48,5%) ou muito bem (21,2%) a realidade do ensino secundário. Contudo, uma percentagem expressiva (30,3%) considera possuir pouco conhecimento sobre essa realidade. Este resultado parece-nos estar relacionado com a experiência de lecionação dos professores, uma vez que os inquiridos, que responderam conhecer pouco a realidade do ensino secundário, ou nunca lecionaram neste ciclo de ensino (21,2%), ou possuem uma reduzida experiência de lecionação no mesmo (10,3%). Quando questionados sobre se consideram que os conteúdos/competências referidos nas orientações curriculares do 3º CEB, sobre circuitos elétricos, estão de acordo com as exigências do ensino secundário, 36,3% dos professores respondem que não, ou que nem sempre estão de acordo com essas exigências e 36,2% pensam que as orientações curriculares estão de acordo com as exigências do ensino secundário. Todavia, 27,3 % dos inquiridos não respondem ou indicam que não sabem (6,1%, e 21,2%, respetivamente), o que nos leva a crer que há necessidade de realizar um trabalho de sensibilização junto dos docentes para a importância da articulação entre os diversos ciclos do ensino básico e secundário. Esta sensibilização poderá passar, por exemplo, por encontros de formação entre professores destes dois ciclos de ensino para partilha de experiências, nomeadamente, no que diz respeito às dificuldades sentidas pelos professores e alunos no processo de ensino e aprendizagem, bem como para divulgação de experiências bem-sucedidas que contribuam para a superação dessas dificuldades. Estes encontros poderiam ser promovidos pelos agrupamentos de escola, pelos centros de formação, pela Sociedade Portuguesa de Física, departamentos de educação das Universidades, etc. O que se acabou de referir não invalida que os professores procurem individualmente esses conhecimentos, no entanto somos de opinião que o trabalho colaborativo entre docentes de diferentes ciclos só pode ser enriquecedor e positivo e deveria ser mais incentivado, dando aos professores oportunidades e condições para que possa ocorrer com alguma frequência.

Os professores com experiência de lecionação nos 3º CEB e secundário classificam, na sua maioria, a preparação dos alunos, sobre circuitos elétricos, nas componentes laboratorial e teórica, quando ingressam no ensino secundário, como má ou muito má (60, 9% e 4,3%, respetivamente). Apenas 26,1% dos professores classificam como razoável a preparação na componente laboratorial e 39,1% fazem-no relativamente à componente teórica. A



preparação dos alunos, quando terminam o 3º CEB, é também classificada pela maioria dos professores inquiridos, na componente laboratorial, como má ou muito má (48,5% e 3,0%, respetivamente), enquanto que, na componente tórica, é classificada pela maioria dos professores como razoável ou boa (48,5% e 15,2%, respetivamente). Comparando estes resultados parece-nos que a opinião sobre a preparação dos alunos no final do 3º CEB é mais favorável do que a opinião de quem os recebe no início do 10º ano, principalmente na componente teórica. Podemos, ainda assim, concluir que, na opinião destes professores, há um *deficit* acentuado na preparação dos alunos, especialmente na componente laboratorial. As razões apontadas pelos professores para a má preparação dos alunos prendem-se com: falta de tempo para explorar convenientemente o tema, quer a nível laboratorial quer a nível concetual; extensão e diversificação dos programas; inexistência de condições materiais para o trabalho laboratorial; dificuldade na utilização da linguagem científica e a falta de hábitos de trabalho dos alunos.

As sugestões mais frequentes apontadas pelos professores para melhorar esta situação, passam por diminuir a extensão do programa ou aumentar a carga horária; melhorar as condições para a realização de trabalho experimental, em termos materiais, de tempo e de aulas em desdobramento e mais formação específica, para os docentes.

No que diz respeito à deteção de possíveis ideias informais (pré-concepções) e/ou concepções erradas/alternativas dos alunos participantes no estudo e à averiguação das competências e dificuldades manifestadas por estes, relativas à componente laboratorial no âmbito do tema em estudo, pela análise feita quer do desempenho revelado quer das respostas apresentadas, poder-se-á concluir que, de um modo geral, no pré teste os alunos revelaram muitas dificuldades, quer a nível laboratorial quer em termos concetuais. Contudo, após a implementação da sequência didática registou-se uma melhoria significativa, principalmente no desempenho laboratorial, ainda que tenha sido menos acentuada, ao nível da aprendizagem concetual de alguns conceitos envolvidos.

Uma análise mais detalhada dos resultados apresentados no ponto 4.2.2 do capítulo IV permite tirar as conclusões que a seguir se expõem.

Quando solicitada aos alunos a descrição de uma lâmpada de incandescência, baseada na sua observação, e a indicação do significado dos valores nominais nela registados, as descrições apresentadas no pré teste foram muito incompletas e apenas 15% dos alunos mostravam conhecer a existência de dois terminais na lâmpada, sem contudo identificarem onde se encontravam, e 30% dos alunos não respondem/apresentam uma resposta inadequada ou referem não saber descrever a observação solicitada. Do desempenho revelado pelos alunos pode inferir-se que, além de desconhecerem a constituição da lâmpada,

revelaram bastante dificuldade em registrar uma observação efetuada, dando a entender que não era uma tarefa que estavam habituados a efetuar. Esta situação melhorou significativamente no pós teste. Quanto ao significado dos valores nominais inscritos na lâmpada, as respostas corretas passaram de 5% no pré teste para 70% no pós teste. É de salientar que apenas 25% dos alunos, antes da intervenção didática, associam corretamente os valores indicados na lâmpada às grandezas intensidade de corrente e diferença de potencial elétrico, sendo frequente associarem o valor 4,8 V a um valor de potência ou energia, situação que praticamente não se verificou no pós teste, já que apenas um aluno ainda identifica esse valor com um valor de potência.

Outra das dificuldades evidenciadas pela maioria dos alunos no pré teste foi na construção de um circuito elétrico simples e na respetiva representação simbólica, dificuldades que se intensificaram, quando lhes foi solicitado que acendessem uma lâmpada, utilizando uma pilha e apenas um fio de ligação. A atitude da maioria dos alunos e os resultados obtidos evidenciaram pouco à vontade perante a tarefa solicitada e o desconhecimento da representação esquemática dos elementos utilizados no circuito elétrico. As conceções erradas mais frequentemente manifestadas foram o não reconhecimento da necessidade do circuito estar fechado para a lâmpada acender e, aparentemente, desconhecerem a existência/ou a localização de dois terminais nos componentes de um circuito elétrico. No pós teste todos os alunos realizaram com facilidade, e de modo adequado, estas tarefas.

Antes da intervenção didática apenas 10% dos alunos associam a emissão de luz por uma lâmpada de incandescência ao aquecimento do seu filamento e 60% dos alunos referem não saber explicar o funcionamento da lâmpada ou apresentam respostas incorretas ou inconclusivas. Após a intervenção didática verificou-se uma melhoria significativa da explicação dada para a emissão de luz por uma lâmpada de incandescência; todavia 30% dos alunos apenas referem que a emissão de luz se deve à passagem de corrente elétrica no filamento sem referirem o aquecimento do mesmo.

No que concerne à associação de lâmpadas em série e em paralelo apenas 40% dos alunos, antes da intervenção didática, conseguiram construir dois circuitos, um com uma associação de duas lâmpadas em série, e outro com duas lâmpadas em paralelo e identificar corretamente o respetivo tipo de associação. O desempenho nesta tarefa melhorou significativamente no pós teste, já que todos os alunos a realizaram adequadamente e sem dificuldade. Todavia ao registarem as observações efetuadas quando se retira uma das lâmpadas a cada um dos circuitos, 35% dos alunos, no pós teste, ainda referem que ao retirar

uma lâmpada do circuito em paralelo, a lâmpada restante brilha com mais intensidade, o que nos leva a crer que, mesmo após a intervenção didática, estes alunos consideram a pilha como uma fonte de corrente constante e não de tensão e que esta concepção alternativa influencia o que o aluno observa

Outras das grandes dificuldades evidenciadas pelos alunos, antes da intervenção didática, foi na medição das grandezas intensidade da corrente e diferença de potencial elétrico e na determinação da resistência elétrica de um condutor (lâmpada). Nenhum aluno conseguiu medir a intensidade da corrente que percorre uma lâmpada inserida num circuito em série, nem a diferença de potencial aos terminais dessa mesma lâmpada. É ainda de salientar que 60% dos alunos referem que não sabem medir a intensidade da corrente ou não executam a tarefa, e o mesmo acontece com 85% dos alunos, relativamente à medição da diferença de potencial elétrico. Após tratamento do tema verificou-se uma melhoria bastante significativa no desempenho desta tarefa, uma vez que, no pós teste, a grande maioria dos alunos mediu corretamente estas grandezas. Em relação à determinação da resistência elétrica da lâmpada também nenhum aluno, no pré teste, determinou o valor dessa grandeza, referindo 70% dos alunos não saberem como determinar esse valor. No pós teste, 85% dos alunos efetuaram corretamente essa tarefa com facilidade. Quanto ao procedimento experimental utilizado para a verificação da condutividade elétrica de diversos materiais fornecidos, no pré teste 50% dos alunos utilizam um procedimento adequado, ainda assim 30% ou não realizam a tarefa ou referem mesmo não saber como a executar. No pós teste 95% dos alunos utilizam um procedimento adequado.

Dos resultados da parte II do teste aplicado aos alunos conclui-se que a utilização indiscriminada dos termos eletricidade, corrente elétrica e energia se mantém após a intervenção didática, no entanto o número de alunos que utiliza indiscriminadamente estes termos diminuiu consideravelmente, em relação ao verificado no pré teste.

A concepção de que para haver corrente elétrica num circuito, este tem necessariamente de estar fechado, é utilizada com maior frequência após a abordagem do tema, contudo um número expressivo de alunos, dependendo da situação apresentada, continua a não mobilizar esta concepção, como se pode verificar dos resultados obtidos na questão 2 da parte II do teste aplicado aos alunos. Apenas 45% dos alunos consideram, corretamente, que não passa corrente no cabo de uma extensão ligada a uma tomada de parede, nem no cabo de um aquecedor, se o circuito estiver aberto, isto é, qualquer fio ligado a uma tomada é percorrido por corrente elétrica. Parece-nos que os alunos que ainda respondem haver corrente elétrica no cado da extensão poderão, eventualmente, associar

esta ideia à ocorrência de acidentes provocados pela corrente elétrica, quando se toca nas tomadas fechando o circuito.

Apesar do referido anteriormente, consideramos ter ocorrido uma melhoria significativa nas concepções de corrente elétrica e de diferença de potencial elétrico entre os dois momentos de inquirição dos alunos, como se pode constatar dos resultados obtidos relativamente aos itens 3.1., 3.2., 4.1., 4.3. e 4.4. da parte II do teste aplicado aos alunos. Ao responderem ao item 4.4., antes da abordagem do tema, os alunos continuam a evidenciar dificuldades já referidas anteriormente e concepções alternativas como a utilização dos modelos conceituais *de atenuação*, *de choque de correntes e fonte – consumidor*, referidos na literatura e indicados no ponto 2.3.2. do capítulo II. No pós teste estas concepções são muito reduzidas. Todavia, os alunos continuam a utilizar indiscriminadamente os termos energia e corrente elétrica em algumas situações, como acontece no item 4.2.

No que diz respeito à relação entre as grandezas diferença de potencial aos terminais de uma lâmpada, intensidade da corrente que a percorre e energia emitida pela lâmpada por unidade de tempo, verificou-se uma melhoria nas respostas dadas pelos alunos do pré para o pós teste. A maioria dos alunos, no pré teste, não conseguem estabelecer essa relação, apenas dois alunos justificam o aumento da potência emitida pela lâmpada com o aumento da intensidade de corrente que a percorre. Alguns alunos ainda associam a potência emitida pela lâmpada com o número de pilhas a que esta se encontrava ligada, sem referir o tipo de associação de pilhas.

A maioria dos alunos, antes da intervenção didática, não evidenciava conhecer o comportamento de uma associação de pilhas em série e em paralelo. Apesar da evolução positiva verificada do pré para o pós teste, um número significativo de alunos (30%) continuou a não distinguir o comportamento destes dois tipos de associação de pilhas.

Outras conclusões que se podem retirar é que, mesmo após a implementação da sequência didática, a maioria dos alunos não se apropriou do conceito de associação de recetores em paralelo num circuito, como se constata dos resultados obtidos no pós teste, referentes aos itens 7.1 e 7.2. As respostas ao item 7.1 levam-nos a crer que os alunos não dominam este conceito, antes relacionam a associação de recetores em paralelo com determinados arranjos espaciais. Nas respostas ao item 7.2 evidencia-se igualmente a não aprendizagem deste conceito, dado que a maioria dos alunos considera que ao retirar uma lâmpada de uma associação de duas lâmpadas em paralelo, vai aumentar a intensidade da corrente que percorre a lâmpada que fica no circuito, ou aumenta a energia transferida para essa lâmpada. Esta conclusão já se tinha verificado na parte I do teste, quando 35% dos alunos, no pós teste, referem que ao retirar uma lâmpada de um circuito com uma associação

de lâmpadas em paralelo observavam um aumento no brilho da lâmpada que ficou no circuito. Tal como referimos anteriormente, estamos convencidos que esta situação se deve ao facto de os alunos considerarem a pilha ideal como uma fonte de corrente constante, em vez de uma fonte de tensão constante. Esta conceção errada continuou presente nos alunos, apesar da atividade laboratorial implementada para o estudo da associação de recetores em série e em paralelo pelo que deveria ter sido mais trabalhada, utilizando a simulação *Edison*.

Da análise dos resultados obtidos na questão 8 verifica-se uma melhoria considerável no desempenho dos alunos do pré para o pós teste. A conceção errada referida anteriormente continua a verificar-se, embora num número bastante inferior de alunos no pós teste. Esta situação vem confirmar que a manifestação de conceções alternativas/erradas dos alunos depende das situações com que são confrontados, como é referido na literatura sobre o assunto.

Quanto ao funcionamento de uma lâmpada de incandescência, os resultados obtidos na questão 9 revelam, tal como anteriormente, um progresso significativo do pré para o pós teste. No pré teste a maioria dos alunos considera que as cargas elétricas são convertidas em luz. É de realçar que 85% dos alunos, no pós teste, além de associarem a emissão de luz ao aquecimento do filamento da lâmpada, consideram que há conservação das cargas elétricas num circuito.

Em síntese, com base no exposto anteriormente e sem qualquer pretensão de generalização a outros contextos educativos, parece-nos que os resultados obtidos evidenciam que algumas das razões que estão na base das fragilidades manifestadas pelos alunos no âmbito dos circuitos elétricos, quando iniciam o ensino secundário, poderão estar relacionadas com:

- o reduzido tempo de leção dedicado a esta temática. A aprendizagem é um processo de construção e reconstrução de significados que necessita de tempo;
- a abstração dos conceitos envolvidos na eletricidade. Consideramos que, pela abstração intrínseca ao estudo dos fenómenos elétricos e pela relevância do tema no quotidiano, esta temática não deve ser abordado apenas no 9º ano de escolaridade. A maioria dos alunos do Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias não voltará a estudar eletricidade no ensino secundário, e apenas uma minoria (que opta pela disciplina de Física no 12º ano) aborda novamente o tema.
- a pouca diversificação de recursos e estratégias, eventualmente, utilizados no processo de ensino e aprendizagem;
- a insuficiente exploração das potencialidades do trabalho laboratorial;

- a necessidade de envolver ativamente os alunos no processo de ensino e aprendizagem, contextualizando e relacionando os conteúdos programáticos com o quotidiano e interesses dos alunos;
- as dificuldades e concepções alternativas dos alunos no âmbito da eletricidade que persistem, mesmo após vários anos de estudo do tema, como largamente documentado na literatura;
- a necessidade dos professores conhecerem as orientações/programas e a articulação existente entre os vários ciclos de ensino, principalmente entre o 3º CEB e o secundário;
- a necessidade de formação dos professores nesta temática, nomeadamente ao nível da concepção e exploração de recursos e em especial no âmbito do trabalho laboratorial.

No que concerne ao impacto da sequência didática implementada, consideramos que esta se revelou positiva, principalmente, no que diz respeito à componente laboratorial. Os alunos revelaram-se cada vez mais autónomos, perderam o receio de testar as suas hipóteses e melhoraram a qualidade do trabalho colaborativo entre os elementos do grupo. Esta última constatação resulta do facto de irem ajudando a professora a detetar algumas dificuldades a ultrapassar, a partir do discurso utilizado por parte dos alunos aquando das interpretações e explicações que faziam. Mostraram empenho e gosto na participação das atividades, o que se pode constatar pelos resultados obtidos no teste aplicado aos alunos e no questionário de opinião. Todavia, consideramos que a nível da aprendizagem de conhecimento concetual, algumas concepções alternativas/erradas, embora tenham diminuído consideravelmente, continuaram a ser utilizadas por alguns alunos em determinados contextos e que não ocorreu uma aprendizagem significativa do conceito de associação de recetores em paralelo, visto que um número expressivo de alunos não o mobilizou em determinadas situações.

Os resultados deste EC, indiciam que uma abordagem possível para tornar as aprendizagens mais significativas dos alunos sobre este tema, passa por: identificar os conhecimentos disponíveis dos alunos, com base nos quais se deve planificar e desenvolver o processo de ensino e aprendizagem; utilizar estratégias diversificadas, com uma forte aposta no trabalho laboratorial implementado em grupo, que integre os conhecimentos teóricos e estimule a pensar no que ocorre se um dado acontecimento for provocado, ou sobre a explicação sobre um determinado fenómeno observado, isto é, longe de uma perspetiva meramente verificatória do trabalho laboratorial; recorrer às simulações interativas como complemento do trabalho laboratorial; valorizar e estimular as interações na sala de aula

com a mediação do professor e relacionar o que se aprende na aula com o dia a dia dos alunos e com as preocupações da sociedade atual.

### **5.3. Dificuldades/Limitações do estudo**

A maior dificuldade sentida na implementação do estudo prendeu-se com o facto de ter sido desenvolvido praticamente todo extra horário letivo, uma vez que os alunos participantes eram do 10º ano de escolaridade e a temática circuitos elétricos não faz parte do programa da disciplina de Física e Químicas A, mas do 9º ano do 3ºCEB. Esta situação requereu um grande esforço de coordenação dos tempos comuns disponíveis dos alunos e professora. Em consequência, a intervenção didática não pôde decorrer de modo contínuo como seria de prever se fosse desenvolvida dentro do horário letivo de uma disciplina, verificando-se pequenas interrupções temporais, além da interrupção da Páscoa. Assim, a intervenção didática, após o teste diagnóstico, teve início a 5 de março de 2012 e terminou a 29 de maio de 2012. Esta foi também a razão pela qual a exploração do *software Edison*, não decorreu como inicialmente foi planeado. A falta de tempo apenas possibilitou a apresentação deste *software* numa aula, tendo os alunos a possibilidade de o utilizarem em casa. É nossa opinião que as fragilidades apresentadas na aprendizagem do conceito de associação em paralelo de elementos de um circuito poderiam ter sido ultrapassadas com a exploração na aula desta simulação.

É de salientar a generosidade dos alunos que participaram neste estudo, uma vez que sabiam que essa participação não tinha qualquer efeito na avaliação da disciplina de Física e Química A, disciplina da componente específica com exame nacional no 11º ano de escolaridade. No entanto, julgamos que se os alunos tivessem sido sujeitos a uma avaliação formal nesta sequência didática os resultados seriam diferentes e eventualmente melhores.

Nas limitações sentidas neste estudo é de considerar os constrangimentos inerentes a um investigador inexperiente e temporais na organização do estudo, nomeadamente, na elaboração dos instrumentos de recolha de dados. Com efeito, devido a constrangimentos temporais, o teste diagnóstico, os questionários aplicados aos professores e o de opinião aplicado aos alunos não foram alvo de teste piloto formal nem validados por peritos. Destaca-se, no entanto, a colaboração fundamental da orientadora deste trabalho, cujas valiosas sugestões se tiveram sempre em conta na elaboração desses instrumentos. Apesar de não terem sido alvo de um teste piloto formal, dois alunos de uma outra turma da professora investigadora responderam ao teste diagnóstico antes de este ser aplicado aos alunos participantes no estudo e dois professores da Física e Química analisaram o questionário que

seria posteriormente aplicado à amostra dos professores que participaram no estudo. É de referir que apenas o questionário aplicado aos professores sofreu uma pequena alteração de formatação/apresentação.

Outra dificuldade sentida foi decidir como analisar os dados obtidos, isto é, como trabalhá-los de modo a que “exprimissem” resultados e evidenciassem tendências, pois como investigadora inexperiente seria elevada a probabilidade de fazer análises incompletas e interpretações menos corretas.

#### **5.4. Sugestões para futuras investigações**

Como se referiu anteriormente, vários foram os estudos efetuados sobre as conceções alternativas e dificuldades de aprendizagem no âmbito dos circuitos elétricos. Contudo, consideramos que, dada a relevância, se deveriam realizar mais investigações sobre os recursos e estratégias implementadas no processo de ensino e aprendizagem desta temática.

No próximo ano letivo, vão entrar em vigor metas curriculares na disciplina de Físico-Química do 9º ano do 3º CEB e o novo programa, com metas curriculares, na disciplina de Física e Química A do 10º ano que integra a unidade “Energia e fenómenos elétricos”, onde será novamente abordada a temática dos circuitos elétricos, iniciada no 9º ano. A reintrodução deste tema no 10º ano parece-nos ser uma oportunidade para a realização de um futuro estudo comparativo sobre as conceções dos alunos no âmbito desta temática no início e no final do décimo ano, e/ou mesmo no final do 11º ano, para avaliar a evolução ao nível das aprendizagens nestes dois anos letivos (9º e 10º ano de escolaridade).



## Bibliografia

- Adrián, J. E., & Consuelo, E. (2011). El trabajo experimental como posible generador de conocimiento en enseñanza de la física. *Enseñanza de las ciencias*, Vol. 29, N° 3, 371-380.
- Almeida, M. J. (2004). *Preparação de professores de física – Uma contribuição científica e didáctica*. Coimbra: Livraria Almedina.
- Alves, R. (2003). *Conversas com quem gosta de ensinar*. Porto: Asa.
- Ausubel, D., P. (2003). *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva*. Lisboa: Platano Edições Técnicas.
- Ausubel, D., P., Novak, J., D., & Hanesian, H. (1980). *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Editora Interamericana Ltda.
- Bardin, L. (2011). *Análise de Conteúdo* (4ª ed.): Edições 70, LDA.
- Bell, J. (2004). *Como realizar um projecto de investigação: um guia para a pesquisa em Ciências Sociais e da Educação*. Lisboa: Gradiva.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação*. Porto: Porto Editora.
- Caamano(coord.), A., Ametller, J., Canal, P., Gallástegui, J. R., Jiménez-Aleixandre, M. P., Justi, R., & Sanmarti, N. (2011). *Didáctica de la Física e la Química* (Vol. II). Barcelona: Editorial GRAÓ, de IRIF, S.L.
- Caamano(coord.), A., Belmonte, M., Casellas, O., Corominas, J., Couso, D., Guitart, F., Tortosa, M. (2011). *Física y Química : Investigación, innovación y buenas prácticas* (Vol. III). Barcelona: Editorial GRAÓ, de IRIF, S.L.
- Caballero, C., Palmero, M. L., Pinto, M., Moreira, M. A. (2010). *Aprendizaje significativo y desarrollo de competencias: una vision cognitiva*. Paper presented at the Atas del Congresso. Reinventar la profesión Docente, Málaga.
- Cachapuz, A. (2007). *Ciências e Educação em Ciências (Actas de um Seminário)* (1ª ed.). Lisboa: Conselho Nacional de Educação - Ministério da Educação.
- Cachapuz, A., Perez, D., Carvalho, A., Praia, J., & Vilches, A. (2005). *A necessária renovação do ensino das Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. São Paulo: Cortez Editora.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2004). Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. *Ciência & Educação*, 10 (3), , 363-381.

- Cachapuz, A., Sá-Chaves, I., & Paixão, F. (2004). *Relatório do Estudo Saberes Básicos de todos os Cidadãos no Século XXI* Lisboa: Ministério da Educação.
- Cano, M., & Cañal, P. (2006). Las actividades prácticas, en la práctica: qué opina el profesorado? *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Nº 47, p. 9-22
- Chaves, R., & Pinto, C. (2005). Actividades de trabalho experimental no ensino das ciências: um plano de intervenção com alunos do ensino básico. *Enseñanza de las ciencias, Número Extra. VII Congreso*.
- Carmo, H., & Ferreira, M. (2008). *Metodologia da Investigação – Guia para Auto-aprendizagem* (2ª ed.). Lisboa: Universidade Aberta.
- Carrascosa, J., Gil Pérez, D., Vilches, A., & Valdés, P. (2006). Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Cadernos Brasileiros do Ensino da Física*, Vol. 23, Nº 2, 175-181.
- Carvalho, G. S. (2009). Literacia científica: conceitos e dimensões. In F. Azevedo & M. G. S. (Coord.) (Eds.), *Modelos e práticas em literacia* (pp. 179-194). Lisboa: LIDEL.
- Carvalho, P. C., Ávila, P., Nico, M., & Pacheco, P. (2011). *PISA 2009 –As Competências dos alunos Resultados do PISA 2009 em Portugal* Centro de Investigação e Estudos de Sociologia-Instituto Universitário de Lisboa.
- Acedido em: [www.cies.iscte.pt/getFile.jsp?id=20](http://www.cies.iscte.pt/getFile.jsp?id=20)
- Cohen, L., & Manion, L. (2002). *Métodos de investigación educativa* (2ª ed.). Madrid:: Editorial La Muralla.
- Corominas, J. (2013). Actividades experimentales POE en la enseñanza de la química y de la física. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Nº 74, p. 69-75.
- Coutinho, C. P. (2011). *Metodologia de investigação em Ciências Sociais e Humanas: teoria e prática*. Coimbra: Edições Almedina, SA.
- Coutinho, C. P., & Chaves, J., H. (2002). O estudo de caso na investigação em Tecnologia Educativa em Portugal. *Revista Portuguesa de educação*, 15(1), 221-243.
- DEB. (2001a). *Currículo Nacional do Ensino Básico: competências essenciais*. Lisboa: Ministério de Educação.
- DEB. (2001b). *Orientações Curriculares para o 3º ciclo do Ensino Básico - Ciências Físicas e Naturais*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Dorneles, P., Veit, E., & Moreira, M. (2006). Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade. Parte I – circuitos elétricos simples. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, Vol. 28, nº 4, 487-496.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1992). *Ideais científicas en la infancia y ala adolescencia*. Madrid: Edições Morata, S. A.

- Duit, R., Jung, W., & Rhoneck. (1984). *Aspects of understanding electricity : proceedings of an international Workshop*. Ludwigsburg: Institut fur die Padagogik der Natur Wissenschaften.
- Duit, R., & Rhöneck, C. V. (1998). Learning and understanding key concepts of electricity. Acedido a 11 de dezembro, 2011, em: <http://www.physics.ohio-state.edu/~jossem/ICPE/TOC.html>
- Eco, U. (2011). *Como se faz uma tese - em ciências de humanas*. Barcarena: Editorial Presença.
- Engelhardt, P. V., & Beichner, R. J. (2004). Students' understanding of direct current resistive electrical circuits. *American Journal of Physics*, Vol. 27, 98-115.
- Erickson, F. (1989). Metodos cualitativos de investigacion sobre la enseñanza. In M. Wittrock (Ed.), *La investigación de la enseñanza* (1ª ed., Vol. II, pp. 195-301). Barcelona: Paidós.
- Favieres, A., Manrique, M. J., Landazábal, M. C., & Varela, P. (1999). Una propuesta para enseñar electricidad en la ESO. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Nº 19, p. 19-26.
- Fensham, P. j. (2008). Science Education Policy-making - Eleven emerging issues. Retrieved from <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001567/156700e.pdf> website:
- Flick, U. (2009). *Introdução à Pesquisa Quatitativa* (3ª ed.). Porto Alegre: Artmed.
- Foddy, W. (1999). *Como Perguntar: teoria e prática da construção de perguntas em entrevistas e questionários*. Oeiras: Celta Editora.
- Furió, C., Solbes, J., & Carrascosa, J. (2006). Las ideas alternativas sobre conceptos científicos: tres décadas de investigación. Resultados y perspectivas. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Nº 48, p. 64-77.
- Gago, M. C., et. al. . (2004). *EUROPE NEEDS MORE SCIENTISTS*. Brussels.
- Galvão, C., Reis, P., Freire, S., & Faria, C. (2011). *Ensinar Ciências, Aprender ciências*. Porto: Porto Editora. Porto: Porto Editora.
- GAVE. (2007). *PISA 2006 - Competências Científicas dos alunos Portugueses* Lisboa: Ministério da Educação. Acedido a 20 de maio, 2012,em: [http://www.gave.minedu.pt/np3content/?newsId=156&fileName=relatórioPISA2006\\_versao1\\_rec.pdf](http://www.gave.minedu.pt/np3content/?newsId=156&fileName=relatórioPISA2006_versao1_rec.pdf)
- GAVE. (2010). *PISA 2009- Competências dos alunos portugueses: síntese de resultados* Lisboa: GAVE.
- Ghiglione, R., & Matalon, B. (2001). *O Inquérito: teoria e prática* (4ª ed.). Oeiras: Celta Editora.
- Giannella, T., & Struchiner, M. (2010). Integração de tecnologias de informação e de comunicação no ensino de ciências e saúde: construção e aplicação de um modelo de

- análise de materiais educativos baseados na internet. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 9 nº 3, 530-548.
- Gil-Pérez, D., & Vilches, A. (2006). Educación ciudadana y alfabetización científica: mitos y realidades. *Revista Iberoamericana de Educación*, , 42, 31-53. Acedido em: <http://www.rieoei.org/rie42a02.pdf>
- Guisasola, J. (2013). Diseño de una unidad didáctica para construir un modelo explicativo de circuitos de corriente continua. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Nº 74, p. 25-37.
- Guisasola, J., Mikel, G., Montero, A., & Barragués, J. I. (2012). Una propuesta de utilización de los resultados de la investigación didáctica en la enseñanza de la física. *Enseñanza de las ciencias*, Vol. 30(1), 61-72.
- Guba, E. (1985). Criterios de Credibilidad en la investigación naturalista. In J. G. Sacristán & A. P. Gómez (Eds.), *La enseñanza: su teoría y su práctica* (p. 148-165). Madrid: Akal.
- Hill, M., Hill, A. . (2009). *Investigação por questionário*. Lisboa (2ª ed.). Lisboa: Edições Sílabo, LDA.
- Hodson, D. (1994). Hacia umn enfoque más critico del trabajo de laboratório. *Enseñanza de las ciencias*, Vol. 12, nº 3, 229-313.
- Laburú, C., Gouveia, A., & Barros, M. (2009). Estudo de circuitos elétricos por meio de desenhos dos alunos: uma estratégia pedagógica para explicitar as dificuldades conceituais. *Cadernos Brasileiros do Ensino da Física*, Vol. 1, 24-47.
- Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências *Cadernos Didácticos de Ciências* (Vol. 1, p. 77-96). Lisboa: Ministério de Educação. Departamento do Ensino Secundário (DES).
- Leite, L. (2006). *Da complexidade das actividades laboratoriais à sua simplificação pelos manuais escolares e às consequências para o ensino e a aprendizagem das ciências*. Paper presented at the XIX Congresso ENCIGA, In Boletim das ciencias, Póvoa do Varzim. Acedido em: <http://hdl.handle.net/1822/9800>.
- Leite, L., & Esteves, E. (2005). Análise critica de actividades laboratoriais : Um estudo envolvendo estudantes de graduação. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 4, nº1, 1-19.
- Lopes, J. B. (2004). *Aprender e Ensinar Física*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Lüdke, M., & André, M. (1986). *Pesquisa em educação: Abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU.
- Marín, M. (2003). Visión constructivista dinámica para la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, número extra, 43-55.

- Martins, I. (2002). *Educação e Educação em Ciência*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Martins, I. P. (2011). *Ciência e cidadania – perspectivas de educação em ciência*. Paper presented at the Atas XIV Encontro Nacional de Educação em Ciências: Educação em Ciências para o Trabalho, o Lazer e a Cidadania, Braga: Universidade do Minho.
- Montero, A., & Guisasola, J. (2008). La enseñanza de circuitos eléctricos en contextos: las pilas no son residuos cualquiera. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, N<sup>o</sup> 55, p. 78-87.
- Moreira, M., A. (2000). *Aprendizaje significativa: teoría y práctica*. Madrid: Visor
- Moreira , M., A. (2010). Aprendizagem Significativa Crítica. Acedido em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>
- Moreira , M., A., & Buchweitz, B. (1993). *Novas estratégias de ensino e aprendizagem: os mapas conceituais e o Vê epistemológico*. Lisboa: Platano Edições Técnicas.
- Moreira, M., A., & Valadares, J. (2009). *A Teoria da Aprendizagem Significativa - sua fundamentação e implementação*. Coimbra: Edições Almedina.
- Moreira , M., & Caballero, C. (2011). *La potencialidad del aprendizaje significativo en el desarrollo de competencias para la educación científica ciudadana*. Paper presented at the Atas do XIV Encontro Nacional em Ciências Braga.
- Moreira, M., & Greca, I. (2003). Cambio conceptual: análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo. *Ciência & Educação*, Vol. 9, n. 2, 301-315.
- Moreira , M. A. (2005). Aprendizaje Significativo Crítico. *Indivisa Boletín de Estudios e Investigación*, n<sup>o</sup> 6, 83-102.
- Moreira, M. A. (2002). A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. *Investigações em Ensino de Ciências*, Vol. 7, n<sup>o</sup> 1, 7-29.
- Morgado, J. C. (2012). *O estudo de caso na investigação e educação*. Santo Tirso: De Facto Editores.
- Morin, E. (2001). Desafio do século XXI. *Física na escola*, 3 (1), 17-23.
- Morin, E. (2002). *Os sete saberes para a educação do futuro*. (A. Viveiros, Trans.). Lisboa: Instituto Piaget.
- Morin, E., Motta, R., & R., C. E. (2004). *Educar para a era planetária*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Pozo, J. I. (1996). Las ideas del alumnado sobre la ciencia: dónde vienen, o dónde van ... y mientras tanto qué hacemos con ellas *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales* N<sup>o</sup> 7, p. 18-26.
- Novak, J. D. (2000). *Aprender criar e utilizar o conhecimento*. Lisboa Plátano Edições Técnicas.
- OCDE. (2006). *Evolution de l'intérêt des jeunes pour les études scientifiques et technologiques. Forum mondial de la science*.

- OCDE. (2013). *Principaux résultats de l'Enquête PISA 2012 Ce que les élèves de 15 ans savent et ce qu'ils peuvent faire avec ce qu'ils savent*. Acedido a 21 de dezembro, 2013, em: <http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-overview-FR.pdf>.
- OECD. (2003, p. 133). *The PISA 2003 Assessment Framework. Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*. Acedido em: <http://www.oecd.org/edu/school/programmeforinternationalstudentassessmentpisa/33694881.pdf>.
- Oliveira, A. N. (1999). *Da escola de desenho industrial de Viseu à escola secundária de Emídio Navarro 1898-1998*. Viseu: Escola Secundária de Emídio Navarro-Viseu.
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. London: The Nuffiel Foundation.
- Palmero, M. L., Caballero, C., Moreira, M. A., & Greca, I. M. (2008). *La teoría del aprendizaje significativo en la perspectiva de la psicología cognitiva* M. L. R. P. (org.) (Ed.)
- Palmero, M. L., Caballero, C., Moreira, M. A. (2010). *La teoria del aprendizaje significativo: um referencial aún actual para la formación del profesorado*. Paper presented at the Atas del Congresso. Reinventar la profesión Docente, Málaga: Universidad de Málaga.
- Pardal, L., & Lopes, E. S. (2011). *Métodos e Técnicas de Investigação Social* (2ª ed.). Porto: Areal Editores.
- Pérez Gomez, A. (1993). Comprender la enseñanza en la escuela. modelos metodológicos de investigación educativa. In J. Gimeno Sacristán & A. P. Gómez (Eds.), *Comprender y transformar la enseñanza* (2ª ed., pp. 115-136). Madrid: Morata.
- Pérez Gomez, Á. I. (2007). Reinventar la escuela, cambiar la mirada. *Cuadernos de pedagogia*, 336, 66-71.
- Ponte, J. P. d. (2006). Estudos de Caso em Educação Matemática. *BOLEMA*, Vol. 19, nº 25. Acedido em: <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/1880/1657>
- Pozo, J. I., & Gómez Crespo, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciência* (7ª ed.). Madrid: Ediciones Morata
- Praia, J., & Cachapuz, A. (2005). Ciência-tecnologia-sociedade: um compromisso ético. *Revista CTS*, 6 (2), 173-194.
- Pró, A., & Saura, O. (1999). Que podemos mejorar de una propuesta de enseñanza de la electricidad para la ESO? . *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Nº 19, p. 27-37.
- Quivy, R., & Campenhoudt, L. V. (2013). *Manual de Investigação em Ciências Sociais* (6ª ed.). Lisboa: Gradiva.

- Rocard, M. P., et. al. (2007). *Educação da ciência AGORA: Uma Pedagogia Renovada para o futuro da Europa*: Direcção-Geral para a Investigação, Ciência, Economia e Sociedade.
- Sahelices, C. C. (2009). ¿Qué aprendizaje promueve el desarrollo de competencias? Una mirada desde el aprendizaje significativo. *Revista Qurrriculum*, 22, 11-34.
- Santos, B. S. (2002). *Um discurso sobre as ciências* (13ª ed.). Porto: Afrontamento.
- Solano, F., Gil, J., Pérez, A. L., & Suero, M. I. (2002). Misconceptions persistence on the electric circuits of direct current. *Revista Brasileira do Ensino da Física*, Vol. 24, nº 1.
- Villelas, J. (2009). *Investigação- O Processo de Construção do Conhecimento*. Lisboa: Edições Sílabo, Lda.
- Stake, R. E. (2012). *A arte da Investigação com Estudos de Caso* (3ª ed.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, Vol. 10, nº 23, 133-170.
- Vergnaud, G. (2013). Conceptual development and learning. *Revista Qurrriculum*, 26, 39-59.
- Vygotsky, L. (2007). *Pensamento e Linguagem* (1ª ed.). Lisboa: Relógio D'Água Editores.
- Vygotsky, L., S., Luria, A., R., & Leontiev, A., N. (1988). *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. São Paulo: Ícone Editora.
- Vygotsky, L. S. (1998). *A Formação Social da Mente* (6ª ed.). São Paulo: Martins Fontes.
- Yin, R. K. (2005). *Estudo de Caso: planeamento e Métodos* (3ª ed.). Porto Alegre: Bookman.

## **ANEXOS**



## **ANEXO I: Teste aplicado aos alunos (Partes I e II)**



## ESCOLA SECUNDÁRIA DE EMÍLIO NAVARRO –VISEU

Física e Química A

10º Ano

fevereiro de 2012

Nome.....Nº ....Turma A

### DIAGNOSE

P 1. Já estudou eletricidade? Sim ☐ Não ☐

P 2. Se respondeu afirmativamente à questão anterior, indique:

P.2.1. Em que ano(s) de escolaridade estudou eletricidade? \_\_\_\_\_

P.2.2. Quantas aulas foram dedicadas ao estudo da eletricidade?

☐ Três ou menos aulas

☐ Entre três e seis aulas

☐ Mais de seis aulas

P.2.3. Relativamente às aulas sobre eletricidade, indique o tipo de atividades dinamizadas e a sua frequência

Atividade	Nunca	Raramente	Quase sempre	Sempre
Exposição feita pelo professor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Demonstração feita pelo professor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Demonstração feita pelo professor com a colaboração dos alunos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resolução de exercícios de papel e lápis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Atividade laboratorial feita pelos alunos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Trabalho de projeto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Exploração de software	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Outra:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Outra:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### NOTA PRÉVIA

A atividade que lhe é proposta não é um teste para avaliação. É constituída por uma componente laboratorial e por um questionário escrito que foi realizado com o objetivo de diagnosticar as suas ideias e competências relativas à eletricidade básica. Realize as atividades propostas e dê a sua opinião, mesmo que nunca tenha estudado este assunto.

## Parte I

1. No estudo de determinados fenómenos físicos é necessário utilizar adequadamente diferentes equipamentos elétricos que se encontram no laboratório.

1.1. Identifique os elementos/equipamentos 1, 2, 3, 4, 5, 6, e 7 que se encontram na sua mesa de trabalho.

1 _____	5 _____
2 _____	6 _____
3 _____	7 _____
4 _____	

1.2. Classifique os elementos referidos anteriormente em: fontes de energia, recetores e aparelhos de medida.

Fontes de energia: \_\_\_\_\_

Recetores de energia: : \_\_\_\_\_

Aparelhos de medida: \_\_\_\_\_

1.3. Observe cuidadosamente uma das lâmpadas fornecidas.  
(Pode recorrer a uma lupa se entender necessário)

1.3.1. Descreva a constituição da lâmpada.

1. 3. 2. Transcreva a informação que aparece escrita na lâmpada e indique o seu significado.

2. Recorrendo ao material que se encontra no tabuleiro:

2.1. Acenda a lâmpada que se encontra no suporte roscado, utilizando dois fios. Faça a representação do arranjo/circuito utilizado, mesmo no caso de a lâmpada não acender. Indique se a lâmpada acendeu ou não.

2.2. Acenda novamente a lâmpada, mas desta vez sem a colocar no suporte e utilizando apenas um fio. Faça a representação do arranjo/circuito utilizado, mesmo no caso de a lâmpada não acender. Indique se a lâmpada acende ou não.

2.3. Explique por que razão uma lâmpada de incandescência emite luz.

3. A iluminação elétrica da sua sala de aula é feita através de lâmpadas que se encontram em suportes fixos no teto, tendo cada suporte duas lâmpadas. Quando se liga o interruptor da sala de aula observa-se que as lâmpadas acendem mesmo quando uma das lâmpadas foi retirada para substituição.

3.1. Para estudar o modo como estão ligadas as lâmpadas da sala de aula, utilize uma pilha de 4,5 V, duas lâmpadas iguais, fios de ligação com bainha isoladora e crocodilos (ou bananas).

3.1.1. Acenda duas lâmpadas simultaneamente e de diferentes modos - ligadas em série e em paralelo.

Desenhe os esquemas de montagem utilizados.

3.1.2. Retire uma das lâmpadas do respetivo suporte em cada um dos circuitos. Registe o que observa.

3.1.3. Como estão ligadas as lâmpadas na sala de aula? Fundamente a resposta com base nas observações efetuadas anteriormente.

3.2. Coloque novamente a lâmpada no suporte de modo a reconstruir o circuito com as duas lâmpadas associadas em série.

3.2.1. Meça e registre o valor da intensidade da corrente que percorre uma das lâmpadas desse circuito e a diferença de potencial aos seus terminais.

3.2.2. Determine a resistência elétrica dessa lâmpada.

4. Com o material disponível, verifique experimentalmente se os materiais das varetas fornecidas são bons ou maus condutores.

**FIM**



Nome.....Nº ....Turma A

---

## DIAGNOSE

### Parte II

Nas diversas questões, todas as pilhas cilíndricas são iguais entre si, assim como as de forma paralelepipedica e as lâmpadas.  
Considere as pilhas e os fios ideais.

Em cada uma das questões de escolha múltipla que se seguem pode existir mais do que uma opção correta. Selecione com **X** a(s) opção(ções) que considerar correta(s).

1. Na figura 1 está representada uma pilha cilíndrica de 1,5 V que se utiliza em lanternas de bolso, comandos de televisão, rádios portáteis, etc

1.1. Se a pilha estiver carregada tem:

- (A) tensão / diferença de potencial aos seus terminais.
- (B) corrente elétrica.
- (C) eletricidade.
- (D) energia.
- (E) nenhuma das opções anteriores está correta.



Fig 1

1.2. Se a pilha estiver descarregada tem:

- (A) tensão / diferença de potencial aos seus terminais.
- (B) corrente elétrica.
- (C) eletricidade.
- (D) energia.
- (E) nenhuma das opções anteriores está correta.

Justifique a(s) sua(s) opção(ções)

---

---

---

1.3. Na sua opinião, o que indica o termo volt?

- (A) volt é uma unidade de medida de corrente elétrica.
- (B) volt indica a força da corrente elétrica.
- (C) volt é uma unidade de medida de tensão ou diferença de potencial.

2. Na figura seguinte (Fig. 2) o aquecedor não está ligado à extensão embora esta esteja ligada à tomada da parede. A extensão é antiga e não tem indicador luminoso.

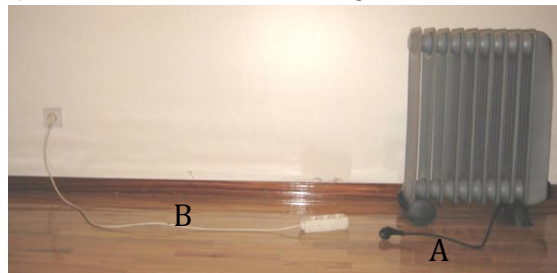


Fig. 2

A corrente elétrica:

- (A) passa só no fio A.
- (B) passa só no fio B.
- (C) passa nos dois fios.
- (D) não passa no fio A, nem no fio B.

3. Na figura 3 estão representados dois circuitos elétricos ( I e II). No circuito I a lâmpada de incandescência não acende, porque fundiu, e no circuito II a lâmpada acende. Em ambos os circuitos as pilhas estão carregadas.

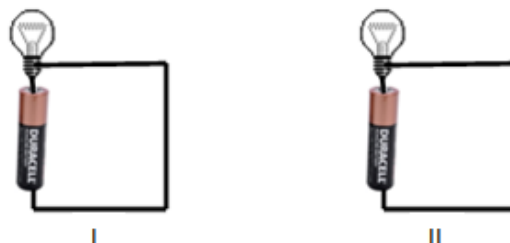


Fig. 3

3.1. No circuito elétrico I, existe:

- (A) diferença de potencial aos terminais da lâmpada.
- (B) diferença de potencial aos terminais da pilha.
- (C) transferência de energia da pilha para a lâmpada.

3.2. No circuito elétrico II, existe:

- (A) diferença de potencial aos terminais da lâmpada.
- (B) diferença de potencial aos terminais da pilha.
- (C) corrente elétrica na lâmpada mas não na pilha.
- (D) transferência de energia da pilha para a lâmpada.

3.3. Explique, por palavras suas, o que entende por corrente elétrica.

---

---

---

4. A lâmpada do circuito representado na figura 4 está acesa.

4.1. Passa corrente elétrica:

- (A) na lâmpada.
- (B) no fio A.
- (C) no fio B.
- (D) na pilha.

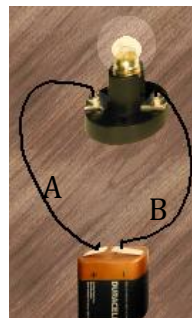


Fig. 4

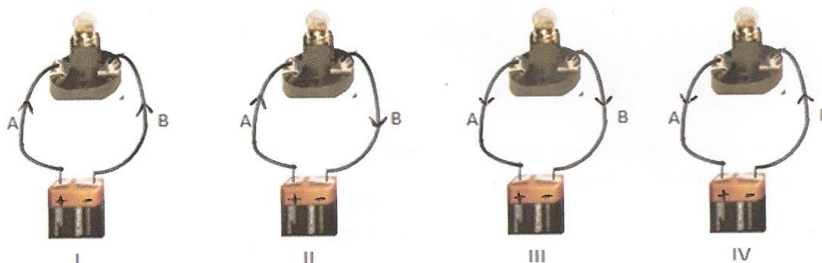
4.2. A lâmpada:

- (A) consome toda a corrente elétrica.
- (B) consome parte da corrente elétrica.
- (C) transforma a corrente elétrica.
- (D) conduz a corrente elétrica.

4.3. A intensidade da corrente que percorre:

- (A) o fio A é superior à que percorre o fio B.
- (B) o fio A é igual à que percorre o fio B.
- (C) o fio A é inferior à que percorre o fio B.
- (D) o fio A é igual à que percorre a pilha.

4.4. Observe as figuras, I, II, III e IV.



O sentido real da corrente é como o indicado na figura:

- (A) I
- (B) II
- (C) III
- (D) IV

Justifique a sua opção:

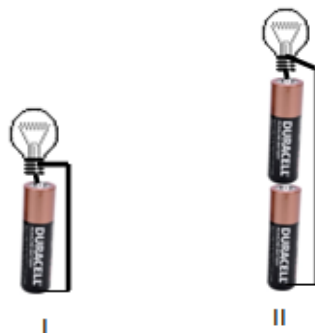
---

---

---



5. Na figura seguinte estão representados dois circuitos, I e II, semelhantes aos de duas lanternas de bolso. Considere as lâmpadas acesas nas duas situações.



5.1. Estando as duas pilhas completamente carregadas,

- (A) a intensidade da corrente que passa na lâmpada do circuito I é maior do que a intensidade da corrente que passa na lâmpada do circuito II.
- (B) a intensidade da corrente que passa nas lâmpadas dos dois circuitos é igual.
- (C) a diferença de potencial (d.d.p) aos terminais da lâmpada do circuito II é maior do que aos terminais da lâmpada do circuito I.
- (D) a diferença de potencial (d.d.p) aos terminais da lâmpada é igual nos dois circuitos.

5.2. A lâmpada do circuito I transforma:

- (A) mais energia, por segundo, do que a do circuito II.
- (B) menos energia, por segundo, do que a do circuito II.
- (C) tanta energia por segundo, como a do circuito II.
- (D) não sei.

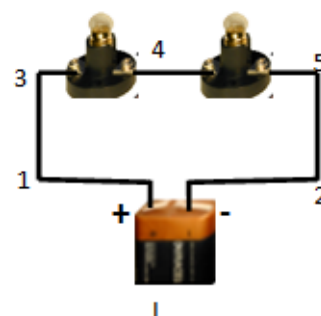
Justifique a sua opção \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

6. Considere os circuitos elétricos (I, II e III) a seguir indicados.

6.1. Observe com atenção o circuito I e os pontos nele assinalados.

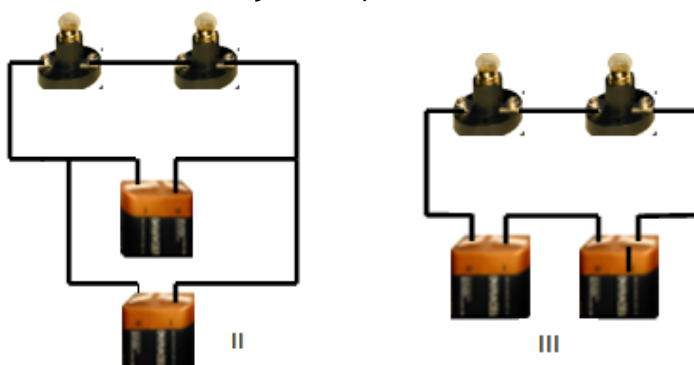
A diferença de potencial:

- (A) entre os pontos 1 e 2 é maior do que entre os pontos 3 e 5.
- (B) entre os pontos 1 e 2 é igual à diferença de potencial entre os pontos 3 e 5.
- (C) entre os pontos 1 e 3 é nula.
- (D) entre os pontos entre 3 e 4 é igual à diferença de potencial entre os pontos 3 e 5.





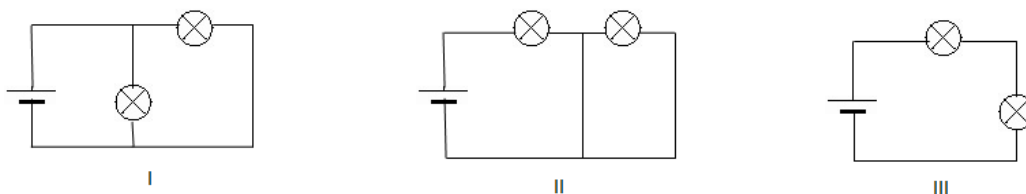
6.2. A diferença de potencial aos terminais da associação das pilhas é:

- (A) maior em II.
- (B) maior em III.
- (C) é igual em II e III.



7. Considere os circuitos elétricos esquematizados a seguir formados por duas lâmpadas e uma pilha.

Nota :  representa uma lâmpada e  representa uma pilha.

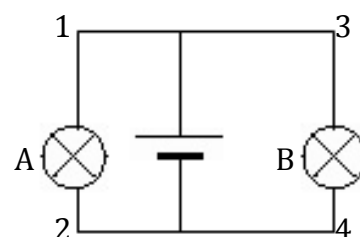


7.1. Dos circuitos esquematizados, em qual ou quais se indicam duas lâmpadas associadas em paralelo?

- (A) Apenas o circuito I.
- (B) Apenas o circuito II.
- (C) Apenas o circuito III.
- (D) Os circuitos I e II.

7.2. Se retirar a lâmpada A do circuito a seguir indicado;

- (A) a diferença de potencial entre os pontos 1 e 2 aumenta.
- (B) a diferença de potencial entre os pontos 1 e 2 diminui.
- (C) a diferença de potencial entre os pontos 1 e 2 mantém-se.
- (D) a diferença de potencial entre 3 e 4 aumenta.

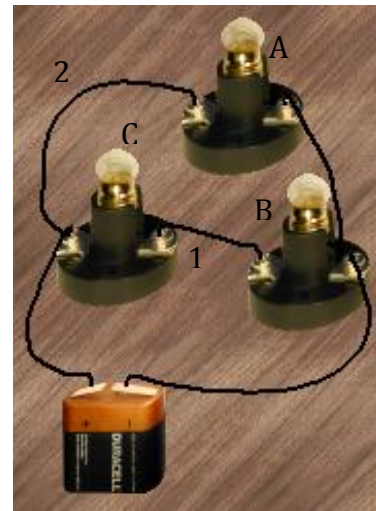


Justifique a(s) sua(s) opção(ões) \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

8. Observe o circuito representado a seguir:

O Brilho da lâmpada A:

- (A) é maior do que o das lâmpadas B e C.
- (B) é igual ao das lâmpadas B e C.
- (C) não se altera se retirar o fio 1.
- (D) aumenta se retirar o fio 1.
- (E) não se altera se retirar o fio 2.



9. No funcionamento de uma lâmpada de incandescência, as cargas elétricas são convertidas em luz? A

- (A) Sim, o movimento das partículas com carga elétrica através do filamento, produz “fricção”, aquecendo-o até à incandescência o que emite luz.
- (B) Sim, as cargas elétricas são emitidas.
- (C) Não, as cargas elétricas são conservadas, sendo transformadas noutra forma de energia.
- (D) Não, as cargas elétricas são conservadas. O movimento das partículas com carga elétrica através do filamento aumenta a sua temperatura até à incandescência emitindo luz.

**FIM**

## **ANEXO II: Questionário de opinião aplicado aos alunos**



## ESCOLA SECUNDÁRIA DE EMÍLIO NAVARRO – VISEU

Física e Química A

Turma A

10º Ano

Junho de 2012

### Questionário aos alunos

Este questionário tem como principal objetivo recolher a sua opinião sobre as tarefas / atividades que desenvolveu no âmbito da sequência didática sobre circuitos elétricos. É importante que responda a todas as perguntas da forma mais completa possível, pois as suas respostas são importantes para a investigação em curso.

As respostas dadas serão anónimas, confidenciais e não interferem na sua avaliação. Apenas queremos a sua opinião.

Obrigada pela sua colaboração.

#### Parte I Dados pessoais do aluno

Preencha de acordo com os seus dados pessoais:

Idade: \_\_\_\_anos

Sexo: Feminino ☐

Masculino ☐

Classificação obtida na disciplina de Ciências Físico-Químicas no 9º ano de escolaridade:

nível 1 ☐

nível 2 ☐

nível 3 ☐

nível 4 ☐

nível 5 ☐

Classificação obtida na disciplina de Física e Químicas A no 2º período do 10º ano de escolaridade:

0-5 valores ☐ 6-9 valores ☐ 10-14 valores ☐ 15-17 valores ☐ 18-20 valores ☐

#### Parte II Caraterização das atividades/tarefas

A - Assinale com um **X**, o grau de frequência que atribui às afirmações seguintes, de acordo com a escala:

1	2	3	4	5
Nunca	Raramente	Frequentemente	Quase sempre	Sempre

**Considero que as atividades propostas no desenvolvimento da sequência didática sobre circuitos elétricos simples permitiram ...**

- |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1... aprender física de um modo diferente .....                                 | <table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1   | 2   | 3 | 4 | 5 |   |   |
| 2....motivar para a aprendizagem do tema .....                                  | <table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1   | 2   | 3 | 4 | 5 |   |   |
| 3. ...relacionar o que se ensina/aprende na aula de física com o cotidiano..... | <table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1   | 2   | 3 | 4 | 5 |   |   |
| 4. ... confrontar as minhas ideias com a realidade .....                        | <table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1   | 2   | 3 | 4 | 5 |   |   |
| 5. ... estudar/interpretar situações da vida diária .....                       | <table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1   | 2   | 3 | 4 | 5 |   |   |
| 6. ...ultrapassar falsas ideias que possuía sobre determinados conceitos...     | <table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1   | 2   | 3 | 4 | 5 |   |   |
| 7. ...aprender a aprender .....   | <table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1   | 2   | 3 | 4 | 5 |   |   |
| 8. ... partilhar ideias e responsabilidades com os colegas .....                | <table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1   | 2   | 3 | 4 | 5 |   |   |
| 9 ... desenvolver a autonomia .....   | <table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1   | 2   | 3 | 4 | 5 |   |   |
| 10 ... desenvolver a criatividade .....   | <table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1   | 2   | 3 | 4 | 5 |   |   |

**B** - Assinale com um **X**, o grau de concordância que atribui às afirmações seguintes, de acordo com a escala:

1	2	3	4	5
Discordo totalmente	Discordo	Não tenho opinião	Concordo	Concordo totalmente

**Considero que as atividades propostas no desenvolvimento da sequência didática sobre circuitos elétricos simples ...**

- |  |   |   |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|---|---|
| 1. ... foram interessantes .....   | <table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1  | 2   | 3 | 4 | 5 |   |   |
| 2. ... exigiram a minha participação ativa .....   | <table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1  | 2   | 3 | 4 | 5 |   |   |
| 3. ... facilitaram a aprendizagem de conceitos .....   | <table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1  | 2   | 3 | 4 | 5 |   |   |
| 4. ... permitiram planificar experiências para dar respostas a questões colocadas.....               | <table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1  | 2   | 3 | 4 | 5 |   |   |
| 5. ... possibilitaram fazer previsões e testá-las através de experiências reais e/ ou virtuais ..... | <table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1  | 2   | 3 | 4 | 5 |   |   |
| 6....potenciaram o desenvolvimento de habilidades práticas/laboratoriais..                           | <table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1  | 2   | 3 | 4 | 5 |   |   |
| 7. ... permitiram a comunicação de ideias em diferentes formatos.....                                | <table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1  | 2   | 3 | 4 | 5 |   |   |

## Parte III

### Apreciação Global

Recordando todas as atividades/tarefas realizadas, responda às seguintes questões:

1. O que mais lhe agradou na implementação da sequência didática sobre circuitos elétricos simples? Porquê?
2. O que mais lhe desagradou na implementação da sequência didática sobre circuitos elétricos simples? Porquê?
3. Considera que as simulações computacionais poderiam:
  - substituir, com vantagem, as atividades laboratoriais na aprendizagem deste tema
  - complementar as atividades laboratoriais realizadas?

Fundamente a sua opinião.

### **ANEXO III: Questionário aplicado aos professores**





**UNIVERSIDADE DE AVEIRO**  
**Departamento de Educação**

Mestrado em Didática – Área de especialização em Ciências para  
Professores do 3.º CEB/Secundário de Física e Química

**QUESTIONÁRIO**

Professores do 3.º CEB/Secundário de Física e Química

O presente questionário insere-se na Dissertação “Os circuitos elétricos no 3.º CEB – uma ponte para o Ensino Secundário” realizada no âmbito do Mestrado em Didática na Universidade de Aveiro, sob orientação da Professora Dr.ª Lucília Santos do Departamento de Física da Universidade de Aveiro.

As respostas dadas serão utilizadas apenas no referido trabalho, sendo anónimas, totalmente confidenciais e não existindo respostas boas ou más: apenas nos interessa a sua opinião.

Antes de começar a responder, aprecie a estrutura geral do questionário, lendo-o atentamente, com vista a organizar de modo mais adequado as suas respostas. Para responder ao questionário tenha em atenção as instruções fornecidas. Agradecemos antecipadamente a sua colaboração.

Maria José Passareira, setembro de 2012

## Parte I - Informação geral do(a) professor(a)

Por favor, assinale com um X no(s) quadrado(s) a situação que lhe corresponde, ou responda no espaço disponível.

### 1. Idade:

- ☐ Menos de 30 anos    ☐ 30 a 40 anos    ☐ 41 a 50 anos    ☐ Mais de 50 anos

### 2. Sexo:

- ☐ Feminino    ☐ Masculino

### 3. Habilitação Académica:

- ☐ Licenciatura    ☐ Mestrado    ☐ Doutoramento    ☐ Especialização

☐ Outra(s) (especifique) : \_\_\_\_\_

### 4. Habilitação profissional:

- ☐ Estágio clássico    ☐ Estágio integrado na Licenciatura    ☐ Profissionalização em serviço

☐ Sem profissionalização    ☐ Outra (especifique): \_\_\_\_\_

### 5. Categoria profissional:

- ☐ Professor de Quadro de escola    ☐ Professor de Quadro de Zona Pedagógica

☐ Contratado    ☐ Outra(especifique) \_\_\_\_\_

### 6. Experiência profissional referente à nova reforma curricular:

#### 6-1. Ciclos de ensino lecionados:

- ☐ Apenas 3º CEB    ☐ 3º CEB e Secundário    ☐ Outro(s) (especifique) : \_\_\_\_\_

#### 6.2. Disciplina(s) e ano(s)/curso(s) lecionado(s):

- ☐ Ciências Físico-Químicas no 3º CEB  
☐ Física e Química A no Secundário  
☐ Física 12º ano no curso Científico Humanístico  
☐ Química 12º ano no curso Científico Humanístico  
☐ Física e/ou Química de cursos profissionais no secundário  
☐ Outra(s) (especifique): \_\_\_\_\_

#### 6.3. Experiência de leção das disciplinas de Ciências Físico -Químicas no 9º ano de escolaridade e de Física e Química no 10º ano/ Secundário:

	1 ano de leção	2 a 3 anos de leção	Mais de 3 anos de leção
9º Ano			
10º Ano			
10º Ano profissional			

## Parte II - Prática letiva

1. Por favor, assinale com um X no(s) quadrado(s), **até quatro opções** (as que considerar serem mais significativas), a situação que lhe corresponde, ou responda no espaço disponível.

**1.1. Indique qual a sua prática letiva mais corrente relativa à temática “Circuitos elétricos”:**

- ☐ A- Aulas predominantemente expositivas
  - ☐ B- Aulas predominantemente de resolução de exercícios de papel e lápis
  - ☐ C- Aulas expositivas com resolução de exercícios
  - ☐ D- Aulas expositivas com demonstrações experimentais
  - ☐ E- Aulas de trabalho laboratorial realizado pelos alunos com mediação do professor
  - ☐ F- Aulas de trabalho laboratorial realizado pelos alunos sem mediação do professor
  - ☐ G- Aulas interativas (com recurso a vídeo, laboratório virtual, Internet...)
  - ☐ H- Aulas interativas com recurso a *software* e/ou simulações
  - ☐ I- Atividades de resolução de problemas
  - ☐ J - Projetos de investigação
  - ☐ K- Aulas de campo (Visitas de estudo)
  - ☐ L - Outras atividades (especifique): \_\_\_\_\_
- 
- 

**1.2. Que materiais de apoio/ recursos utiliza na preparação das aulas de 9º ano de escolaridade sobre circuitos elétricos?**

- ☐ A- Orientações curriculares do Ensino Básico
  - ☐ B- Programas curriculares do ensino secundário
  - ☐ C- Manual escolar adotado
  - ☐ D- Outros manuais escolares que não o adotado
  - ☐ E- Materiais de anos anteriores, adaptados
  - ☐ F- Materiais de outros professores, adaptados
  - ☐ G- Livros/artigos científicos específicos sobre o tema
  - ☐ H- Livros ou artigos de divulgação científica
  - ☐ I- Livros/artigos de investigação de âmbito pedagógico e/ou didático sobre o tema
  - ☐ J- Fóruns de discussão
  - ☐ K- Pesquisa de informação e de materiais na Internet
  - ☐ L- Vídeos (ex: vídeos do You Tube ou realizados pelo professor)
  - ☐ M- *Software* e/ ou simulações interativas
  - ☐ N- Outro (especifique): \_\_\_\_\_
- 
- 
-

**1.3. Que recursos /materiais utiliza habitualmente nas aulas de 9º ano de escolaridade sobre circuitos elétricos?**

- ☐ A- Quadro branco ou negro
  - ☐ B- Quadro Interativo
  - ☐ C- Manual escolar adotado
  - ☐ D- Material de laboratório
  - ☐ E- Apresentações eletrónicas
  - ☐ F- Fichas de resolução de exercícios
  - ☐ G- Fichas/protocolos laboratoriais
  - ☐ H- Textos/livros científicos de consulta
  - ☐ I- Textos/ livros de divulgação científica
  - ☐ J- Vídeos
  - ☐ K- Software educativo e/ou simulações interativas
  - ☐ L- Laboratórios virtuais
  - ☐ M- E-book
  - ☐ N- Redes sociais
  - ☐ O- Outros (especifique): \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

Se utiliza nas aulas software e/ou simulações interativas para a leção deste tema identifique o(s) mais utilizado(s): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**2. Por favor, assinale com um X no(s) quadro(s) de acordo com a sua situação ou opinião.**

**2.1. Quantas aulas dedica geralmente à leção da temática circuitos elétricos no 9º ano de escolaridade?**

(Nota: Nas respostas aos itens 2.1. e 2.3., considere as aulas com a duração de 45 min.)

- |  |  |   |
|--|--|---|
| <input type="checkbox"/> Menos de 3 aulas    | <input type="checkbox"/> Entre 3 e 6 aulas | <input type="checkbox"/> Entre 7 e 10 aulas |
| <input type="checkbox"/> Entre 11 e 13 aulas | <input type="checkbox"/> Mais de 13 aulas  |   |

**2.2. Classifique o nível de importância que atribui ao trabalho laboratorial no ensino-aprendizagem da temática “Circuitos elétricos”.**

- |                                 |                                |                                |                                |
|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Nenhum | <input type="checkbox"/> Pouco | <input type="checkbox"/> Algum | <input type="checkbox"/> Muito |
|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|

**2.3. Indique o número médio de aulas em que é realizado trabalho laboratorial ao lecionar a temática “circuitos elétricos”?**

- |   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> Nenhuma aula       | <input type="checkbox"/> Duas ou menos aulas | <input type="checkbox"/> Entre 3 e 5 aulas | <input type="checkbox"/> Entre 6 e 8 aulas |
| <input type="checkbox"/> Mais de oito aulas |  |  |  |

**3.1. Caso seja realizado trabalho laboratorial, como o concretiza habitualmente?**

- ☐ Individualmente pelo aluno    ☐ Grupo até 3 alunos    ☐ Grupo com mais de 3 alunos  
☐ Realizado pelo professor/Demonstração

**3.2. Que papel/ função atribui às simulações interativas no ensino-aprendizagem dos circuitos elétricos?**

- ☐ Nenhum    ☐ Motivar os alunos    ☐ Complementar o trabalho laboratorial  
☐ Substituir o trabalho laboratorial

**3.3. Classifique o grau de conhecimento/ familiarização que possui acerca das concepções erróneas/alternativas indicadas na literatura no âmbito do ensino-aprendizagem da temática circuitos elétricos.**

- ☐ Nenhum    ☐ Pouco    ☐ Algum    ☐ Muito

**3.4. Quais as principais dificuldades que encontra na leção desta temática?**

- ☐ Falta de tempo    ☐ Falta de equipamento    ☐ Indisciplina dos alunos  
☐ Falta de interesse dos alunos    ☐ Inexistência de laboratórios na escola  
☐ Outra(s) (especifique): \_\_\_\_\_

**4. Indique as áreas onde sente maior necessidade de formação, de modo a melhorar o ensino-aprendizagem desta temática?**

- ☐ Científica    ☐ Trabalho laboratorial    ☐ Concepção e utilização de recursos didático/pedagógicos    ☐ Outra(s) (especifique): \_\_\_\_\_

**Parte III - Relação entre o 3º CEB e o Secundário**

Por favor, assinale com um X a opção válida/correta, ou responda no espaço disponível.

**1. Relativamente à realidade do Ensino Secundário conhece-a:**

- ☐ Nada    ☐ Pouco    ☐ Bem    ☐ Muito bem

**2. Considera que os conteúdos/competências referidos nas orientações curriculares lecionados no 3º CEB, sobre circuitos elétricos, estão de acordo com as exigências do Ensino Secundário?**

- ☐ Não    ☐ Nem sempre    ☐ Sim    ☐ Não sei

*\* Se tem experiência de leção no 10º ano de escolaridade responda ao item seguinte. Se não tem essa experiência passe ao item 4.*

**3. Com base na sua experiência de leção, como considera/classifica a preparação dos alunos, na componente teórica e laboratorial, sobre circuitos elétricos quando chegam ao 10º ano de escolaridade?**

*Componente laboratorial*

☐ Muito má      ☐ Má      ☐ Razoável      ☐ Boa      ☐ Muito boa

*Componente teórica (Conceitos / Relação entre conceitos e linguagem científica)*

☐ Muito má      ☐ Má      ☐ Razoável      ☐ Boa      ☐ Muito boa

**4. Com base na sua experiência profissional, como considera/classifica a preparação dos alunos, na componente teórica e laboratorial, sobre circuitos elétricos no final do Ensino básico?**

*Componente laboratorial*

☐ Muito má      ☐ Má      ☐ Razoável      ☐ Boa      ☐ Muito boa

*Componente teórica (Conceitos / Relação entre conceitos e linguagem científica)*

☐ Muito má      ☐ Má      ☐ Razoável      ☐ Boa      ☐ Muito boa

**5. Indique na tabela seguinte e de forma sintética o(s) motivo(s) que justificam a opção que selecionou no item 3 ou no item 4:**

	<i>Componente laboratorial</i>	<i>Componente teórica</i>
<b>Má ou Muito má</b>		
<b>Razoável</b>		
<b>Boa ou Muito boa</b>		

**6. Se selecionou no item 3 ou no item 4 as opções, Má, Muito má ou Razoável, indique sugestões para melhorar a situação**

---



---



---

Muito obrigada.

## **ANEXO IV: Energia transferida num circuito elétrico**



## ESCOLA SECUNDÁRIA DE EMÍDIO NAVARRO –VISEU

Física e Química A 10º Ano 2011/2012

Nome.....Nº ....Turma A

---

### Atividade Laboratorial

#### Energia transferida num circuito elétrico

Diariamente manipula diferentes equipamentos elétricos e eletrónicos, como por exemplo, um computador, um jogo, um cronómetro, um aquecedor ou uma lanterna de bolso. Apesar de qualquer um deles necessitar de energia elétrica para funcionar, não “consomem” todos o mesmo valor de energia por unidade de tempo que estão ligados.



A atividade que lhe é proposta vai ajudá-lo a responder às seguintes questões:

- Como variar a energia transferida num circuito elétrico?
- De que depende a energia transferida num circuito elétrico?

#### I Parte

- 1- Desmonte a lanterna que lhe é fornecida e observe a sua constituição.
- 2- Represente, figurativamente, a lanterna identificando a função de cada componente.
- 3- Represente simbolicamente o circuito elétrico da lanterna.



## **II Parte**

A- Com o material de laboratório disponível, monte um circuito elétrico semelhante ao da lanterna:

A 1.1. quando esta está ligada;

A 1.2. quando esta está desligada.

A 1.3. Represente simbolicamente os circuitos anteriores, indicando o sentido convencional da corrente.

A 2. Indique quais as transferências e transformações de energia que ocorrem no circuito.

B-Variação da energia transferida num circuito, sem alteração do recetor.

B 1. Como se pode variar a energia transferida no circuito, sem alterar o recetor? Como se pode identificar essa variação? Justifique.

B 2. Teste as suas previsões utilizando o material disponível. Represente simbolicamente o circuito elétrico utilizado.

B 3. Registe e interprete os resultados obtidos.

C- Variação da energia transferida num circuito, sem alteração da fonte.

C 1 Como pode variar a energia transferida no circuito, sem alterar a fonte de energia?

C 2. Teste as suas previsões Se for necessário, peça mais material para testar as suas previsões. Represente simbolicamente o circuito elétrico utilizado.

C 3. Registe e interprete os resultados obtidos.

2. Responda às questões inicialmente colocadas.

Como variar a energia transferida num circuito elétrico?

De que depende a energia transferida num circuito elétrico?

**FIM**

## Digitalização de algumas respostas dadas por alunos referentes à atividade laboratorial: Energia transferida num circuito elétrico

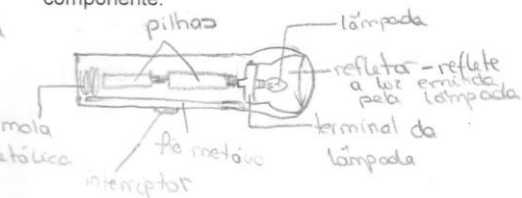
### I Parte

1- Desmonte a lanterna que lhe é fornecida e observe a sua constituição.

2- Represente, figurativamente, a lanterna identificando a função de cada componente.

pilha → fonte de energia

fio as pilhas montado as sempre na mesma posição



isolador → serve para isolar a corrente

fio metálico → liga os terminais da pilha aos terminais da lâmpada

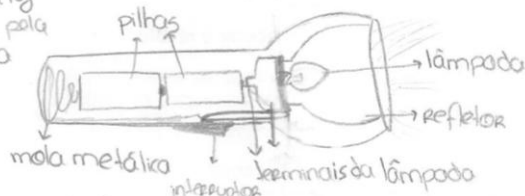
interruptor → faz com que o fio metálico toque ou não toque

3- Represente simbolicamente o circuito elétrico da lanterna.



2- Represente, figurativamente, a lanterna identificando a função de cada componente.

Refletor → reflete a luz emitida pela lâmpada



pilhas → fonte de energia

lâmpada → fonte de luz

interruptor → desloca o fio metálico de modo a este tocar num terminal da lâmpada a um terminal da pilha para que haja passagem da corrente

3- Represente simbolicamente o circuito elétrico da lanterna.



B-. Variação da energia transferida num circuito, sem alteração do recetor.

B 1. Como se pode variar a energia transferida no circuito, sem alterar o recetor?  
Como se pode identificar essa variação? Justifique.

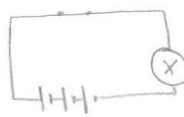
Já que não se pode alterar o recetor, alteramos a fonte, logo podemos adicionar ou retirar uma pilha

Detetamos essa variação pelo aumento do brilho caso se adicione uma pilha, ou diminuição caso se retire

B 2. Teste as suas previsões utilizando o material disponível. Represente simbolicamente o circuito elétrico utilizado.



Há menor luminosidade da lâmpada.



Há maior luminosidade da lâmpada

2

## II Parte

A- Com o material de laboratório disponível, monte um circuito elétrico semelhante ao da lanterna:

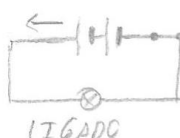
A 1.1. quando esta está ligada;

A 1.2. quando esta está desligada.

A 1.3. Represente simbolicamente os circuitos anteriores, indicando o sentido convencional da corrente.



DESLIGADO



LIGADO

A 2. Indique quais as transferências e transformações de energia que ocorrem no circuito.

Ocorre a transferência de energia das pilhas para a lâmpada e da lâmpada para a vizinhança na forma de calor e radiação.

Ocorre a transformação de energia elétrica em radiação e calor

B 3. Registe e interprete os resultados obtidos.

Com a associação de pilhas, aumenta-se o d.d.p. do terminal da fonte o que vai aumentar o intensidade do corrente e, conseqüentemente o brilho da lâmpada.

## **ANEXO V: Análise de uma fatura de energia elétrica**



### Análise de uma fatura de energia elétrica



Imagem extraída de: <http://www.edp.pt>

*Diariamente, utilizamos a energia elétrica para os mais diversos fins. Será que temos consciência do quanto dependemos dela? Sempre que ligamos um aparelho elétrico esse gesto vai aparecer numa conta para pagar. Infelizmente, ouvimos com frequência, que o valor dessa conta é cada vez mais pesado no orçamento das famílias. Devemos pois gerir a utilização da energia elétrica de uma forma inteligente.*

#### Tarefa proposta para realizar em casa

- 1- Registe as informações obtidas a partir da leitura atenta de uma fatura de energia elétrica da sua família, em relação a:
  - A- Contactos que lhe permitam comunicar com a empresa, nomeadamente, em caso de avarias elétricas;
  - B- Conselhos de segurança;
  - C- Fontes de energia utilizadas na “produção” da energia elétrica faturada, classificando-as em renováveis e não renováveis;
  - D- Massa de dióxido de carbono associado ao “consumo” de energia referente à fatura analisada. Indique o significado desta informação.
  - E- Outros tópicos que considerar relevantes.
- 2- Dos parâmetros que contribuem para o valor total da fatura, identifique quais são relativos à família e quais são relativos à empresa e ao estado. Que valor, percentualmente, têm os parâmetros não relativos à família?
- 3- O “consumo” de energia elétrica é expresso na fatura em kWh. Indique o valor da energia elétrica “consumida” durante o período de tempo a que se refere a fatura e calcule o custo dessa energia.

4- Análise do “consumo” de energia elétrica em casa:

- 4.1. Faça uma relação de todos os aparelhos elétricos utilizados em sua casa durante o período de faturação e pesquise as suas potências nominais (potência indicada no aparelho elétrico).
- 4.2. Faça uma estimativa do tempo durante o qual cada aparelho foi utilizado durante o período a que se refere a fatura e determine o custo estimado da energia elétrica “consumida” em sua casa durante esse período, sem e com IVA ( Imposto de valor acrescentado).
- 4.3. Compare o valor obtido em 4.2, com o valor que consta na fatura. Justifique possíveis discrepâncias.

5- Considera que o “valor da potência contratada” é o mais adequado para a sua casa? Justifique.

**Para discutir na Turma**

1. Fundamente a preocupação que todos devemos ter em racionalizar o uso da energia elétrica.
2. Sugira formas que permitam economizar energia elétrica numa habitação.

Recomenda-se a consulta dos sítios:

<http://www.edpsu.pt/pt/particulares/pouparenergia/Pages/PouparEnergia.aspx>

<http://www.eco.edp.pt/pt/particulares/simular/comparacao-de-eficiencia-energetica/simular>

<http://www.u4energy.eu>

**FIM**

---

Nota: A **Assembleia Geral das Nações Unidas**, proclamou o ano de 2012 como o Ano Internacional da Energia Sustentável para Todos. <http://www.sustainableenergyforall.org>

## Digitalização da análise de uma fatura de energia elétrica realizada por um dos alunos participantes

ESCOLA SECUNDÁRIA DE EMÍDIO NAVARRO

Nome: [REDACTED] Nº [REDACTED] do 10º ano Turma A

**TPC:** Análise de uma fatura de energia elétrica

1.

**A-** Contactos que permitem contactar com a empresa indicados na fatura:

Nº de telefone 800 505 505 – para apoio comercial (esclarecimento de dúvidas, realização de contratos, aumento de potência contratada, alterações de tarifa, etc);

Nº de telefone 800 506 506 – para comunicar avarias elétricas;

Nº de telefone 800 507 507 – para comunicar a leitura do contador

**B-** Relativamente a conselhos de segurança, a fatura é muito pobre. Apenas encontrei esta frase de segurança: “ Se, ao utilizar um aparelho elétrico sentir formigueiro, desligue-o imediatamente e mande repará-lo.”

**C-** Fontes de energia utilizadas na “produção” da energia elétrica faturada







Fontes renováveis: vento (Eólica); água (Hídrica e Hídrica PRE- produtor em regime especial).

Fontes não renováveis: combustíveis nucleares (nuclear); carvão; gás natural e fuel.

Além destas fontes são indicados os processos de cogeração e microprodução.

**D-** A massa de dióxido de carbono associado ao “consumo” de energia referente à fatura que analisei é 267, 26 kg. Isto significa que para ser “ produzida” a energia elétrica faturada, foram emitidos 267,26 kg de CO<sub>2</sub> para a atmosfera, devido às fontes de energia usadas. A queima do carvão, do gás natural e fuel produz elevadas concentrações de CO<sub>2</sub> na atmosfera, prejudicial para o ambiente.

**E-** Considerei interessantes a seguinte mensagem:

Com a ajuda  
do , do  e da ,  
vamos mudar juntos  
para um  melhor,  
para as  e para a 

Com a ajuda do Sol, do vento e da água, vamos mudar  
juntos para um planeta melhor, para as pessoas e para  
o ambiente.

2. Parâmetros que contribuíram para o valor total da fatura, relativos:

- à família: consumo medido;

- ao estado: IVA (imposto de valor acrescentado); contribuição audiovisual, taxa de exploração DGEG;

- à empresa: potência contratada.



3. Como a fatura é relativa a todo o ano de 2011, encontra-se dividida em períodos de faturação, devido à alteração do IVA de 6% para 23%.

- No período de 12/01/2011 a 30/09/2011, o consumo medido foi de 1408 kWh, mas como já tinham sido faturados 111 kWh, apenas se consideram 1297 kWh. Como o preço kWh é de 0.1326€, foram pagos 171.98€ ( $0,1326 \times 1297 = 171.98$ ).

- No período de 01/10/2011 a 31/12/2011, o consumo médio foi de 463 kWh e como o preço por kWh é de 0.1326€, foram pagos 61.39€ ( $0,1326 \times 463 = 61.39$ ).

- No período 01/01/2012 a 12/01/2012, o consumo médio foi de 58 kWh e como o preço por kWh é de 0.1393€, foram pagos 8.08€ ( $0.1393 \times 58 = 8,08$ ).

Total consumo médio= 1818 kWh

Total valor pago = 241.45€

4. Para facilitar, irei colocar a questão 4.1 e 4.2 na mesma tabela. Como a fatura se encontra dividida em períodos, irei apenas usar um deles.

Período – de 12/01/2011 a 30/09/2011

Preço por kWh nesse período = 0.1326€

Total de dias no período = 261

4.3. O valor calculado foi de 244,27 € e o valor indicado na fatura relativo ao consumo com IVA é 171.98€. A discrepância poderá surgir do facto dos tempos de utilização dos equipamentos elétricos não serem corretos e, como o período de faturação é grande, isso tem grande influência no valor total a pagar.

5. O valor da potência contratada é 6,9 kVA (kW) e penso que é adequado. Quando estão ligados simultaneamente a máquina de lavar roupa, o forno, o secador de cabelo e a varinha mágica necessita-se de uma potência de 6100 kW ( $2500 + 200 + 1200 + 400 = 6100$  kW), não considerando outros eletrodomésticos que podem estar a funcionar. Se os eletrodomésticos a funcionar tiverem uma potencia total superior a 6,5 kW, a intensidade da corrente pode ultrapassar o valor máximo que pode passar no quadro principal e o disjuntor dispara (a luz vai abaixo).

Aparelho	Potência (W)	Horas Funcionamento		Energia "Consumida" P (kw) x Δt (h) = E ( kWh)	Valor (€)		
		Por dia	Por período		s/IVA	IVA	Total
Lâmpadas	25	1	261	( 0,025 x 1x 261 ) = 6,525	( 6,525 x 0,326 ) = 0,87 €	0,87 x 0,06 = 0,05	0,92 €
Lâmpadas	22	1	261	5,742	0,76 € /	0,05 €	0,81 €
Lâmpadas	28	1	261	7,308	0,97 €	0,06 €	1,03 €
Lâmpadas	33	4	1044	34,452	4,57 €	0,27 €	4,84 €
Carregadores (vários)	17,5	0,1	26,1	0,45675	0,06 €	0,00 €	0,06 €
Sacador cabelo	1200	0,2	52,2	62,64	8,31 €	0,50 €	8,80 €
TV	50	6	1566	78,3	10,38 €	0,62 €	11,01 €
Fervedor água	850	0,1	26,1	22,185	2,94 €	0,18 €	3,12 €
Microondas	1000	0,2	52,2	52,2	6,92 €	0,42 €	7,34 €
Varinha mágica	400	0,2	52,2	20,88	2,77 €	0,17 €	2,93 €
Frigorífico	90	24	6264	563,76	74,75 €	4,49 €	79,24 €
Forno Electrico	2000	0,1	26,1	52,2	6,92 €	0,42 €	7,34 €
Ferro	1100	0,3	78,3	86,13	11,42 €	0,69 €	12,11 €
Máquina de lavar roupa	2500	0,4 h	104,4	261	34,61 €	2,08 €	36,69 €
Router	12	6	1566	18,792	2,49 €	0,15 €	2,64 €
PC	65	6	1566	101,79	13,50 €	0,81 €	14,31 €
Motor para água	1250	0,25	65,25	81,5625	10,82 €	0,65 €	11,46 €
Motor para colectores solares	45	24	6264	281,88	37,38 €	2,24 €	39,62 €
<b>Totais</b>	<b>10687,5</b>	<b>74,45</b>	<b>19535,85</b>	<b>1731,27825</b>	<b>229,57 €</b>	<b>13,80 €</b>	<b>244,27 €</b>

Nota: Só indiquei os cálculos efetuado na 1ª linha porque os outros são idênticos

### Exertos do trabalho realizado por outro aluno:

Na fatura relativa a dois meses:

④ Frigorífico 160W

É usado 24h por dia

Microondas 1270W

É usado cerca de 10 min por dia

Forno 3570W

É usado cerca de 1h 30 por semana

Secador de cabelo 1000W

É usado cerca de 7 min por semana

### 4.2) Refrigerador

$$\Delta t = 24 \text{ h/dia}$$

$$E = P \times \Delta t$$

$$P = 160 \text{ W} = 0,160 \text{ kW}$$

$$24 \times 61 = 1464 \text{ h no total faturado}$$

$$E = 1464 \times 0,160$$

$$E = 234,24 \text{ kWh}$$

$$1 \text{ kWh} \text{ --- } 0,1448 \text{ €}$$

$$x = 234,24 \times 0,1448$$

$$234,24 \text{ kWh} \text{ --- } x \text{ €}$$

$$x = 33,92 \text{ €}$$

### Microondas

$$\Delta t = 10 \text{ min/dia} \quad \text{e} \quad \Delta t = 0,17 \text{ h/dia}$$

$$1 \text{ h} \text{ --- } 60 \text{ min}$$

$$x = \frac{10}{60}$$

$$\text{e} \quad x = 0,17 \text{ h}$$

$$x \text{ h} \text{ --- } 10 \text{ min}$$

$$P = 1270 \text{ W} = 1,270 \text{ kW}$$

$$0,17 \times 61 = 10,37 \text{ h no total faturado}$$

$$E = 1,270 \times 10,37$$

$$E = 13,17 \text{ €}$$

$$1 \text{ kWh (foro do valor)} \text{ --- } 0,1448 \text{ €}$$

$$x = 13,17 \times 0,1448$$

$$13,17 \text{ kWh}$$

$$\text{--- } x \text{ €}$$

$$x = 1,91 \text{ €}$$

### 5) Potência contratada = 10,35 kVA

$$= 10.350 \text{ W}$$

Equipamentos que podem ser utilizados simultaneamente

• Lâmpadas (319 W)

• Máquina de lavar roupa (2900 W)

• Refrigerador (160 W)

• Forno (3570 W)

• Televisão (108 W)

• Ferro de engomar (2000 W)

Potência total em utilização:

$$319 + 160 + 3570 + 108 + 2000 + 2900 = 9057 \text{ W}$$

Numa situação hipotética em que eram usados 6 aparelhos em simultâneo, utilizavam-se cerca de 9057 W. Apesar de ser um caso hipotético, já aconteceu em minha casa estarem todos estes aparelhos ligados, o que me leva a concluir que o valor da potência contratada não é muito superior a este valor e se eventualmente se quisermos utilizar também o microondas a potência utilizada e a potência contratada seriam um valor muito próximo.

## **ANEXO VI: Circuitos em série, em paralelo e mistos**



## ESCOLA SECUNDÁRIA DE EMÍDIO NAVARRO –VISEU

Física e Química A 10º Ano 2011/2012

Nome.....Nº ....Turma A

---

### Atividade Laboratorial

Circuitos em série, em paralelo e mistos

#### I Parte

##### Material:

- 2 Multímetros
- 1 Voltímetro
- 1 Amperímetro
- Fios de ligação,
- Crocodilos
- 2 Pilhas
- 3 Lâmpada de incandescência



##### Planificação:

Planifique uma experiência que lhe permita, com o material disponível verificar a relação que existe entre o valor da diferença de potencial (d.d.p) medido aos terminais da fonte de energia e os valores medidos aos terminais de cada um dos recetores do circuito elétrico, quando estes se encontram:

- A- associados em série;
- B- associados em paralelo.

Responda aos seguintes itens:

1. Represente simbolicamente os circuitos elétricos a utilizar.
2. Que medições se devem efetuar?
3. Construa uma tabela para registar os valores das medições a efetuar.

##### Procedimento:

A- *Associação de recetores em série.*

- Faça a montagem do circuito elétrico indicado na planificação para o estudo da associação dos recetores em série.

- Registe as medições efetuadas e indicadas na planificação.
  - Meça e registe a intensidade da corrente que percorre cada um dos recetores.
- B- *Associação de recetores em paralelo.*
- Faça a montagem do circuito elétrico indicado na planificação para o estudo da associação dos recetores em paralelo e repita os procedimentos anteriores.

### Questões pós-laboratoriais

Com base nas medições efetuadas, responda às seguintes questões:

- ✓ Que relação existe entre o valor da d.d.p medido aos terminais da fonte de energia elétrica (pilha) e os valores de d.d.p medidos aos terminais de cada um dos recetores de um circuito elétrico quando estes se encontram associados:
  - A- em série?
  - B- em paralelo?
- ✓ Que relação existe entre o valor da intensidade da corrente que percorre a fonte de energia elétrica (pilha) e a intensidade da corrente que percorre cada um dos recetores quando estes se encontram associados:
  - C- em série?
  - D- em paralelo?

## II Parte

- 1- Analise o circuito elétrico esquematizado na figura 1.

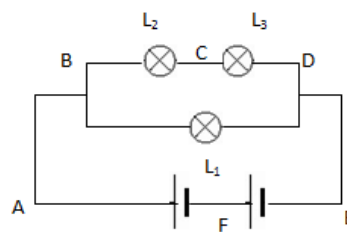


Fig. 1

Preveja a relação entre os valores:

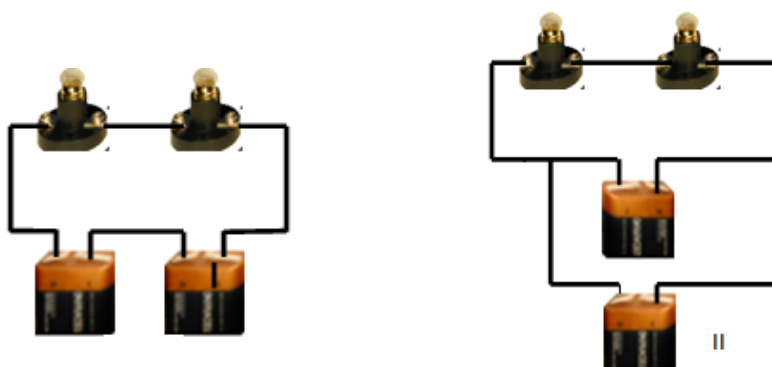
- 1.1.- da d.d.p aos terminais da associação das pilha ( $V_{AE}$ ) e da d.d.p aos terminais de cada pilha ( $V_{AF}$  e  $V_{FE}$ );
- 1.2.- da d.d.p aos terminais da associação das pilha ( $V_{AE}$ ) e da d.d.p aos terminais da lâmpada 1;
- 1.3.- da d.d.p aos terminais da associação das pilha ( $V_{AE}$ ) e da d.d.p aos terminais de cada uma das lâmpadas 2 e 3;

1.4.– da intensidade da corrente que percorre cada uma das lâmpadas e da intensidade da corrente que percorre a pilha.

**Efetue**, com o material disponível, um circuito semelhante ao esquematizado na figura 1, faça as medições necessárias e confronte os resultados obtidos com as previsões efetuadas.

**Proponha** uma explicação para os resultados obtidos.

2- Analise os circuitos elétricos (I e II) esquematizado na figura 2.



**Preveja:**

- 2.1. a relação entre os valores da d.d.p aos terminais da associação das pilhas nos circuitos I e II;
- 2.2. a relação entre os valores da d.d.p aos terminais da associação das lâmpadas nos circuitos I e II;
- 2.3. o que acontece se for retirada, do suporte, uma das lâmpadas de cada um dos circuitos;
- 2.4. em qual dos circuitos as lâmpadas apresentam mais brilho.

**Efetue**, com o material disponível, cada um dos circuitos esquematizado na figura 2, recolha os dados necessários e confronte os resultados obtidos com as previsões efetuadas.

**Proponha** uma explicação para os resultados obtidos.

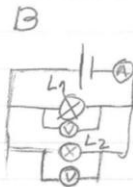
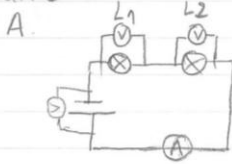
**FIM**

## Digitalização de parte do registo de um aluno relativo à atividade laboratorial:

### Circuitos em série, em paralelo e mistos

#### Atividade Laboratorial - Circuitos em série, em paralelo e mistos

##### I Parte



2) Determinar a diferença de potencial aos terminais das lâmpadas e da fonte.

3)	aos terminais da	d.d.p/V	I/A	aos terminais da	d.d.p/V	I/A
	Lâmpada 1	1.82	0.18	Lâmpada 1	3.00	0.24
	Lâmpada 2	2.02	0.18	Lâmpada 2	2.98	0.24
	pilha	3.89	0.18	pilha	3.00	0.46
	série			paralelo		

##### Questões Pós-laboratoriais

A - A soma da d.d.p. aos terminais da lâmpada 1 e da lâmpada 2 é igual à d.d.p. aos terminais da pilha.

B - A d.d.p. aos terminais quer das lâmpadas, quer da pilha é sempre igual.

C - A intensidade, em qualquer lugar do circuito é sempre a mesma.

D - A soma da intensidade da corrente em cada uma das lâmpadas é igual à que percorre a pilha.

##### II Parte

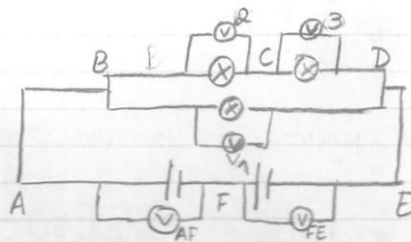
1.1 -> A soma da d.d.p. de A até F com a d.d.p. de F até E é igual à d.d.p. de A até E.



1.2- A d.d.p. aos terminais de  $L_1$  é igual do que a d.d.p. da associação das pilhas.

1.3- A d.d.p. aos terminais de  $L_2$  e  $L_3$  é menor que a d.d.p. de associação das pilhas.

1.4- A intensidade que percorre o circuito é igual sempre.



aos terminais da	d.d.p./V	I/A
pilha VAF	2.86	
pilha VFE	3.26	
pilha VAE	6.16	0.55
Lâmpada 1	6.16	0.33
Lâmpada 2	3.06	0.23
Lâmpada 3	3.06	0.22

Todas as previsões estavam certas exceto a 1.4. porque considerámos que a intensidade seria igual porém, o circuito é misto portanto na parte do circuito em paralelo a soma da intensidade é a intensidade do resto do circuito.

## **ANEXO VII: Lei de Ohm. Condutores ôhmicos e não ôhmicos.**



## ESCOLA SECUNDÁRIA DE EMÍLIO NAVARRO –VISEU

Física e Química A 10º Ano 2011/2012

Nome.....Nº ....Turma A

### Atividade Laboratorial

Lei de Ohm. Condutores óhmicos e não óhmicos.

O Físico e matemático, George Ohm nasceu em 1878 na Baviera (Alemanha) e trabalhou toda a vida como professor. Foi no colégio dos Jesuítas em Colónia que estabeleceu, com base num árduo trabalho experimental, a relação entre diferença de potencial aos terminais de um condutor elétrico e a intensidade da corrente que o percorre, a temperatura constante. Em 1827 Ohm conseguiu formular um enunciado que traduzia as suas conclusões e é, até hoje, conhecido como Lei de Ohm.

A Lei de Ohm pode ser traduzida pelo seguinte enunciado: A diferença de potencial nos terminais de um condutor, a temperatura constante, é diretamente proporcional à intensidade da corrente que o percorre.

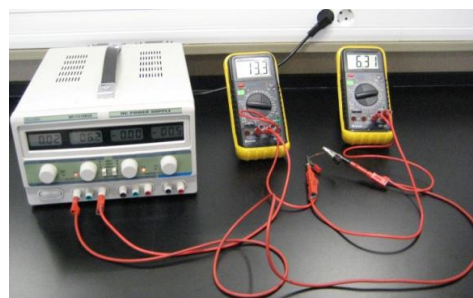
A atividade proposta vai permitir-lhe responder à seguinte questão:

Será que todos os condutores obedecem à Lei de Ohm?

### I Parte

#### Material:

- 2 Multímetros
- Fios de ligação,
- Crocodilos
- Gerador de corrente contínua (com d.d.p variável)
- Resistência de carvão
- Lâmpada de incandescência com suporte
- Díodo (representação simbólica  $\text{---}\triangle\text{---}$ );
- Reóstato



#### Planificação:

Planifique uma experiência que lhe permita, com o material disponível verificar se a resistência de carvão é um condutor óhmico (condutor que obedece à Lei de Ohm). Responda aos seguintes itens:

1. Que medições se devem efetuar?
2. Construa uma tabela para registar os valores das medições a efetuar
3. Represente simbolicamente o circuito elétrico a utilizar.

## II parte

### Procedimento:

- Faça a montagem do circuito elétrico indicado na planificação.
- Altere a diferença de potencial na fonte e registre na tabela, para cada alteração, os valores lidos nos dois aparelhos de medida.
- Substitua, no circuito anterior, a resistência elétrica por uma lâmpada de incandescência e repita o procedimento. Tenha em atenção as informações registadas na lâmpada.
- Para estudar o comportamento do díodo, instale no circuito o reóstato (caso ainda não o tenha feito) e substitua a lâmpada pelo díodo. (Nota: o díodo é um condutor que deixa passar a corrente num só sentido)

***Antes de ligar a fonte solicite a presença/colaboração da professora.***

Faça o esquema do circuito elétrico utilizado e registre numa tabela os valores das medições efetuadas.

### Pós-laboratorial

- Para cada condutor construa um gráfico, com escalas adequadas que traduza a variação da diferença de potencial aos terminais do condutor com a intensidade da corrente que o percorre. Estes gráficos também devem ser feitos na calculadora gráfica (ou no computador utilizando uma folha de cálculo).
- Interprete os gráficos obtidos e tire conclusões.
- Indique o tipo de linha que melhor se ajusta aos dados experimentais obtidos com a resistência de carvão.
- Utilizando a máquina de calcular gráfica (ou a folha de cálculo no computador), indique a equação da linha referida no item anterior.
- Indique o significado físico do declive da reta anterior.
- Meça com o multímetro, em função de ohmímetro, o valor da resistência elétrica da resistência de carvão. Compare esse valor com o declive da reta obtido.

Dê uma resposta fundamentada à seguinte questão: *Será que todos os condutores obedecem à Lei de Ohm?*

**FIM**

**Digitalização de extratos do trabalho realizado por alguns alunos referente à atividade laboratorial : Lei de Ohm. Condutores ôhmicos e não ôhmicos.**

Atividade laboratorial - Lei de Ohm. Condutores ôhmicos e não ôhmicos.

Planejamento

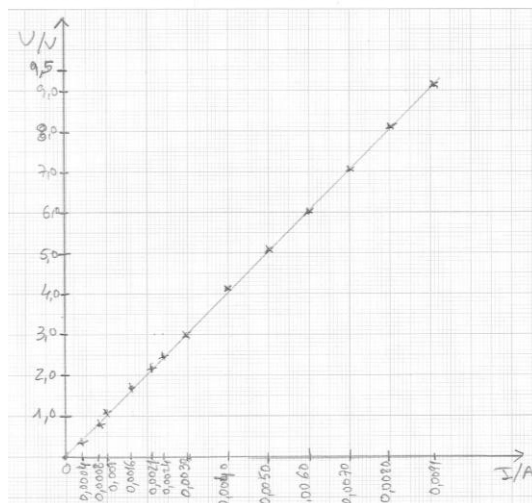
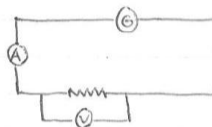
1 - Medir a intensidade e a diferença de potencial.

2. Estudo dos Aparelhos de Medida

Aparelho	Alcance	Sensibilidade	Incerteza de leitura
Multímetro (como amperímetro)	200 mA - resistência 10 A - lâmpada	20, 1 0,01	20, 1 0,01
Multímetro (como voltímetro)	20 V	0,01	0,01

⇒ Resistência

$I / A$	$U / V$
0,00	0,00
0,4	0,44
0,8	0,83
1,0	1,07
1,6	1,61
2,1	2,10
2,4	2,48
3,0	3,04
4,0	4,06
5,0	5,07
6,0	6,04
7,0	7,05
8,0	8,09
9,1	9,10



O tipo de linha que melhor se ajusta ao gráfico da resistência do condutor é a linha reta, esta que tem equação:

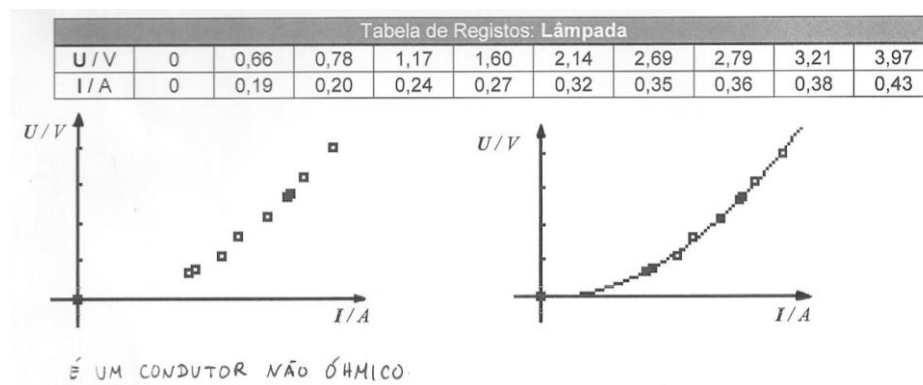
$$y = 0,9998402379x + 0,0389703193 \quad \rightarrow y = 1000x + 0,0389$$

Neste caso o declive da reta é a resistência, da resistência elétrica,

Ao medir o valor da resistência elétrica da resistência do condutor obtivemos o valor  $999\Omega$ . O valor obtido é menor do que o valor do declive da reta.

Não, uma tabela com conclusões obedeceu à lei de Ohm, por exemplo a lâmpada e o diodo.

**Resultados obtidos, por outro grupo, quando utilizaram a lâmpada de incandescência**



**Dados e gráfico captados da máquina de calcular de um grupo de trabalho, quando utilizaram o diodo**

L1	L2	L3	2
.462	1.9E-4	-----	
.472	1.9E-4		
.556	5.5E-4		
.644	.0043		
.656	.00423		
.699	.009		
.53	3.9E-4		
L2(1)=1.2E-4			

L1	L2	L3	2
.764	.0462		
.816	.1492		
.869	.9		
.962	3.21		
.96	3.2		
.861	.56		
.934	3.21		
L2(14)=2.74			

Gráfico da intensidade de corrente em função da d.d. p aos terminais do díodo  
(erro cometido por diversos grupos)

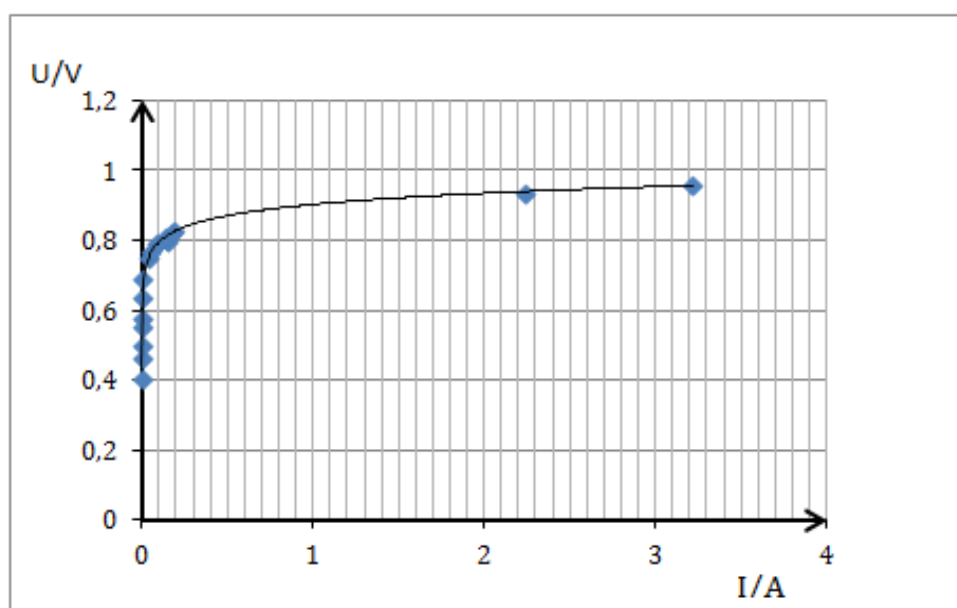
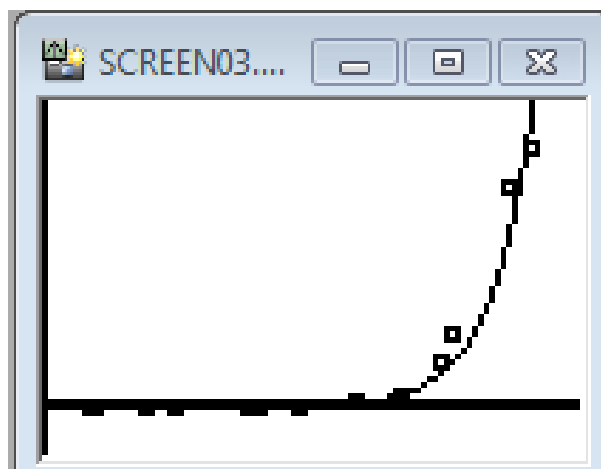


Gráfico da diferença de potencial aos terminais do díodo em função da intensidade de corrente (realizado na aula com a ajuda da professora)

## **ANEXO VIII: Software Edison (versão 4)**



O *software Edison* (versão 4) é um laboratório de multimídia para o estudo da eletricidade e também da eletrônica. Este programa pode ser utilizado com diversas finalidades.

Apesar da versão gratuita de demonstração utilizada neste estudo não ter todas as funcionalidades disponíveis, consideramos ser bastante adequada para o estudo dos circuitos elétricos, no 9º ano de escolaridade. Esta versão de demonstração fornece um pequeno laboratório virtual que permite simular experiências com componentes tridimensionais, tais como: fonte de tensão, diferentes tipos de pilhas, resistências elétricas (impressas e de código de cores), lâmpada de incandescência, motor elétrico, osciloscópio, gerador de sinais, aparelhos de medida (ohmímetro, voltímetro, amperímetro e multímetro), díodo, fusível, interruptores, etc. Os parâmetros destes elementos podem ser alterados, em “mudar parâmetros”, no menu editar, utilizando o botão esquerdo do rato.

O programa exibe duas janelas. A janela, principal, à esquerda apresenta uma vista tridimensional da mesa de trabalho com uma prateleira de ambos os lados, uma no canto superior esquerdo e outra no canto inferior direito, onde se encontram agrupados os elementos para a construção dos circuitos. Estas prateleiras, com os componentes disponíveis no *Edison*, podem ser alteradas clicando sobre o fundo das mesmas. Para seleccionar e colocar na mesa de trabalho estes elementos, basta pressionar o botão esquerdo do rato sobre eles e arrastá-los para o local desejado, sem deixar de pressionar o botão do rato. A janela direita mostra a representação esquemática do circuito construído na mesa de trabalho, que se encontra na janela da esquerda.

Entre outras situações, o programa permite: comparar o brilho de lâmpadas; ver apagar uma lâmpada e, simultaneamente, ouvir uma explosão, quando o filamento desta funde; ouvir uma sirene de alarme, quando se provoca um curto-circuito ao mesmo tempo que mostra onde este ocorreu.

Na aula foi explicado o funcionamento do *software*, apresentados os seus recursos para a construção de circuitos elétricos, não tendo os alunos evidenciado dificuldades, pois o funcionamento do programa revelou-se bastante intuitivo, o que facilitou a sua aplicação. Assim, na mesma aula, com os alunos divididos em grupos de dois ou três elementos, foi ainda possível simular a construção de alguns circuitos e fazer medições.

A utilização deste *software* ficou, posteriormente, apenas como trabalho de casa dos alunos uma vez que, lamentavelmente, não houve tempo disponível para realizar mais atividades nas aulas como inicialmente previsto e já anteriormente referido.

As figuras seguintes mostram alguns dos elementos para a construção de circuitos elétricos disponíveis pelo Edison, bem como alguns circuitos simulados na aula.



Figura 1: Ecrã do computador, mostrando alguns dos elementos de circuitos elétricos disponíveis na versão de demonstração do *software Edison 4*

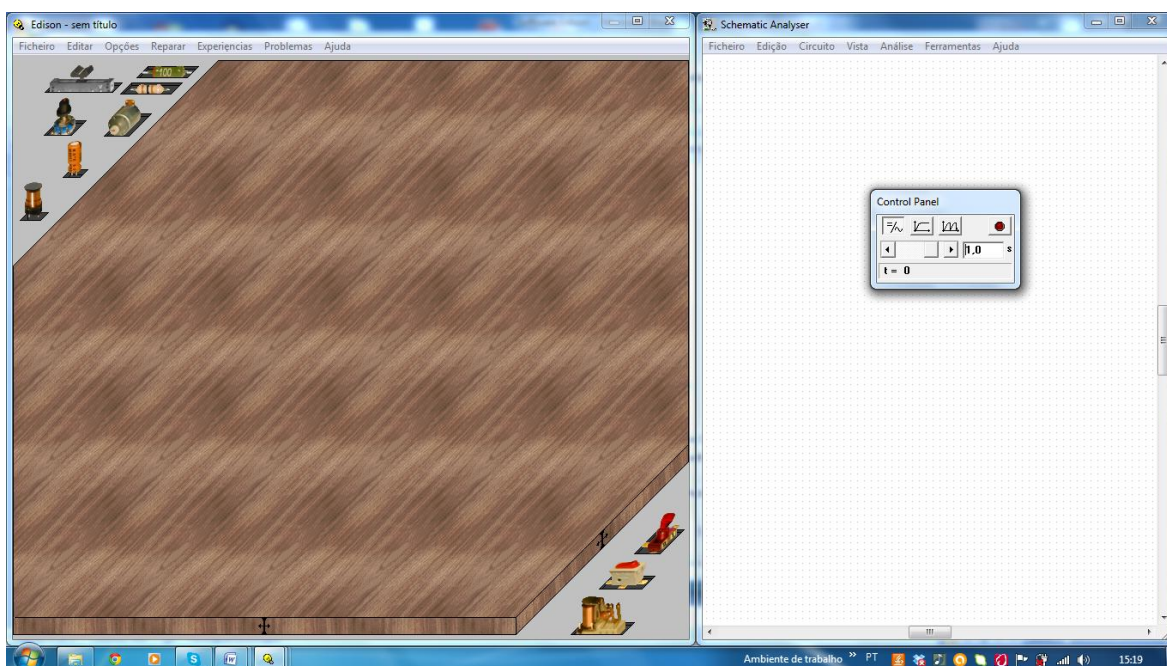


Figura 2: Ecrã do computador, mostrando as duas janelas do *Edison*. A janela da esquerda apresenta 1 prateleira de elementos no canto superior esquerdo e outra no canto inferior direito que podem ser alteradas.





Figura3: Circuito com lâmpada a brilhar e circuito com lâmpada fundida.



Figura 4: Circuito com duas lâmpadas em série, 2 amperímetros e 3 voltmímetros.



Figura 5: Circuito com 3 lâmpadas (associação mista). Circuito com fusível.

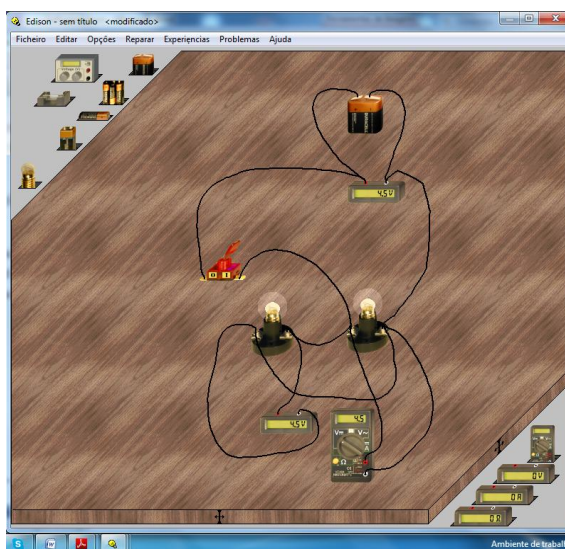


Figura 6: Circuito com duas lâmpadas em paralelo e 3 voltmímetros.

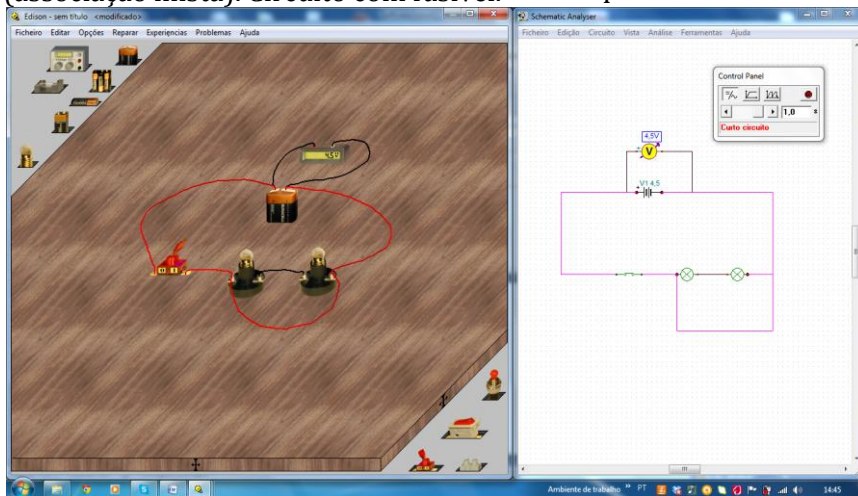


Figura 7: Curto-circuito

## **ANEXO IX: Folheto realizado no âmbito do trabalho sobre pilhas**

## CONSELHOS de Segurança

# Pilhas



Escola Secundária de  
Emídio Navarro  
- Viseu -

Colocar pilhas no congelador não carrega as pilhas (não aumenta a diferença de potencial aos seus terminais), quando expostas a temperaturas muito baixas ou altas o desempenho das pilhas pode diminuir.

Quando substituir as pilhas num equipamento elétrico deve substituí-las todas ao mesmo tempo.

Retirar as pilhas de um equipamento elétrico se este não for frequentemente utilizado, pois podem libertar materiais perigosos e danificar o equipamento.

Não tente abrir uma pilha, pois a maioria contém matérias perigosas para a saúde e ambiente.

Não utilizar pilhas diferentes no mesmo equipamento, nem novas e usadas em simultâneo, isso prejudica o desempenho e durabilidade.

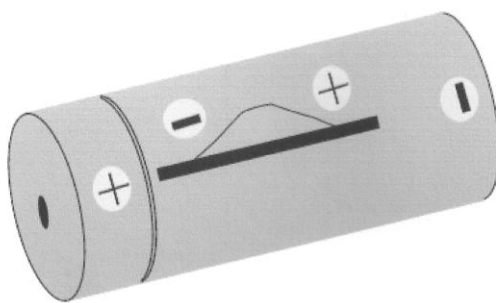
Utilize, sempre que possível, pilhas recarregáveis. Seja amigo do ambiente.

Guardar as pilhas em local seco e à temperatura ambiente.

Mantenha as pilhas afastadas de crianças, alimentos e medicamentos.

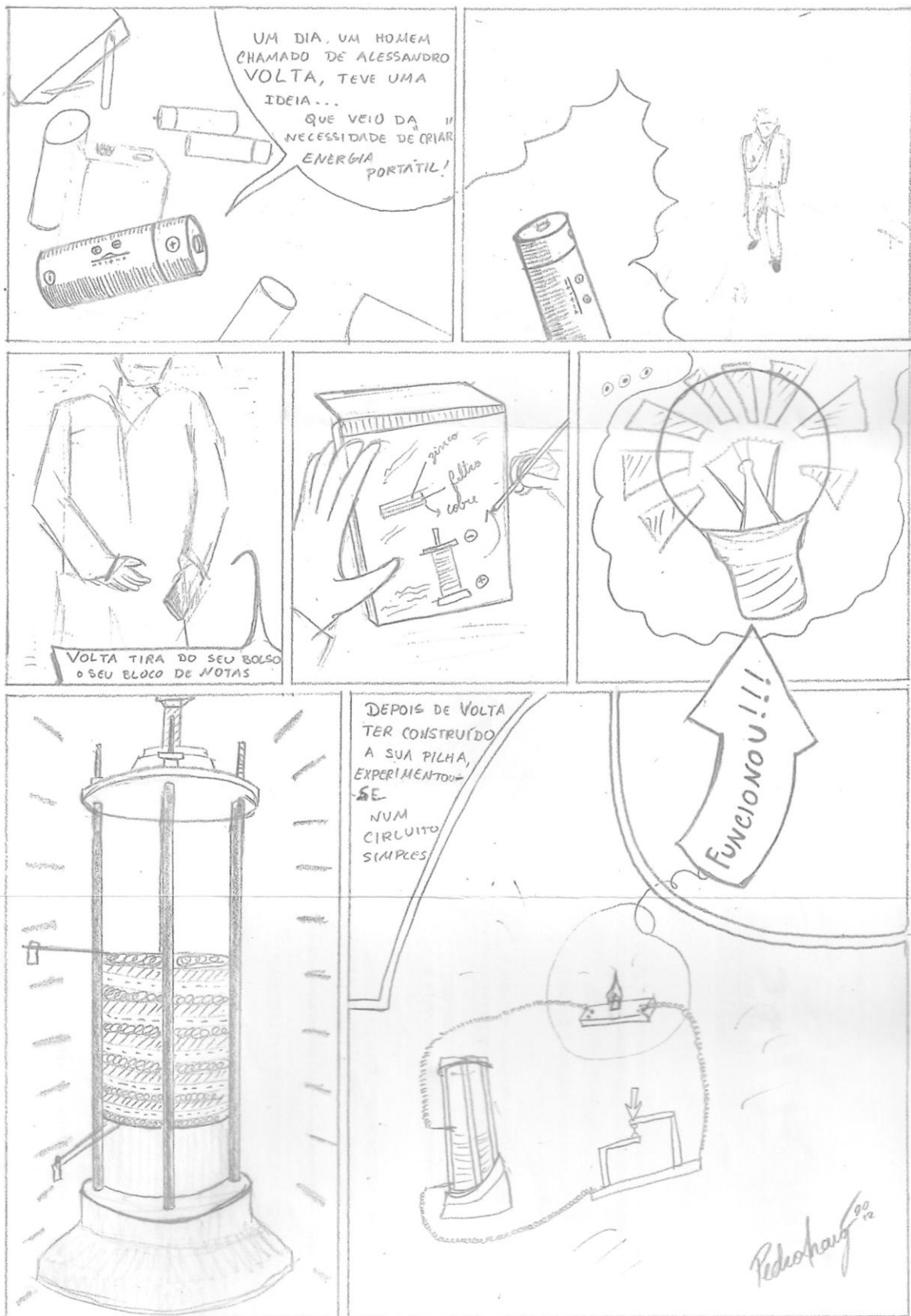
Guardar as pilhas em local seco e afastadas de uma fonte de calor.

Colocar as pilhas descarregadas no pilhão.



10º Ano Turma A

Maio de 2012



**ANEXO X: Texto elaborado para uma pequena representação efetuada no âmbito do “ Ano internacional da Energia sustentável para todos”**

## Sustentável.... Ser ou não ser?

Personagens: Apresentadora, Capitão Sustentável, Mãe natureza, Sra Poluição e Sra Energias não renováveis.

Apresentadora- Muito boa tarde, sejam bem-vindos ao programa *Quem quer ser sustentável?!* Hoje, connosco, Mãe Natureza... (música da Mãe Natureza. Entra a Natureza e senta-se. Capitão Sustentável.... (música do Capitão). Peço desculpa, mas o Capitão Sustentável vai chegar atrasado! Sra. Poluição... (música da Sra. Poluição. Entra a Sra. Poluição e senta-se). E por último, mas não menos importante, eis a Sra. Energias Não Renováveis (música da Sra. Energias Não Renováveis. Entra Energias Não Renováveis e senta-se). Mãe Natureza, diga-me, o que faz da vida?

Mãe Natureza- Bem, eu trato da fertilidade, dos ciclos da natureza (como das estações do ano e das colheitas) e da vida. Sou o mundo natural, sou o Universo físico. Mas, ultimamente, tenho sido constantemente ameaçada e maltratada por causa dessas duas senhoras irresponsáveis aí sentadas!

Poluição e Energias não Renováveis- Oh... Está calada!

Apresentadora- Deixem a Mãe Natureza falar! Pode continuar!

Mãe Natureza- Eu não posso ficar calada com o que me está a acontecer! Vocês as duas fazem uma dupla que me mata aos poucos! O carvão, o petróleo, o gás natural, o urânio, o dióxido de carbono, o dióxido de enxofre e outros gases poluentes. Os aterros, os rios e os mares poluídos, as florestas destruídas, os solos contaminados. Tudo por vossa causa!

(Capitão Sustentável entra de repente)

Capitão Sustentável- Pela terra, ar, água e vida. Pela união desses quatro elementos. Eu sou o Capitão Sustentável, peço desculpa pelo atraso aos meninos e meninas. Espero que, depois deste atraso, todos cumpram o vosso papel na preservação da Natureza.

Apresentadora- Muito boa tarde, Capitão. Fale-me um pouco de si.



Capitão Sustentável- A minha missão é preservar a natureza para que todos possamos viver tranquilamente na nossa casa chamada Terra, sem comprometer a vida dos nossos filhos que ainda são crianças ou ainda não nasceram. Não é justo gastarmos tudo o que encontramos na nossa casa, quando aqui chegámos. Para isso, conto com as energias renováveis e com todos vós. (Olha para a turma/público, percorrendo-a com a mão e o olhar). Já estamos muito atrasados, não podemos perder mais tempo.

Apresentadora- O que é que as Energias Renováveis fazem para ajudar tanto a mãe Natureza?

Capitão Sustentável - Para além de não se esgotarem, lutam contra a emissão de gases poluentes, lutam contra a poluição em geral (a Sra. Poluição tosse) e contra o alastramento das energias não renováveis (Energias não renováveis sacode o cabelo, com ar de desprezo).

Apresentadora- Muito obrigada! Passemos agora à Sra Poluição! Boa tarde. Conte-me a sua história.

Sra. Poluição- Bem, hoje em dia sinto-me bastante popular na sociedade. Já viram? Inundações, incêndios, destruição de habitats, destruição da camada de ozono, chuvas ácidas e aumento do efeito de estufa. Tudo devido ao meu esforço! Tudo graças ao meu trabalho! Sinto-me bastante importante. (Mãe Natureza suspira).

Capitão Sustentável- Ainda bem que existem pessoas que lutam contra ti e contra tudo o que provocas!

Apresentadora- Bem, quanto a si (virando-se para a Sra. Energias não Renováveis), não sei, mas penso que ninguém aprecia o seu trabalho!

Sra. Energias não Renováveis- Eu até gosto bastante.

Sra. Poluição- Obrigada, a verdade é que grande parte do meu desempenho deve-se a si (aponta para a Sra. Energias Não Renováveis). O meu salário, ao fim do mês, aumenta cada vez que as pessoas deitam lixo para o chão, não reciclam, compram carros que emitem gases

poluentes, utilizam produtos embalados e gastam....gastam....gastam.....,o que contribui, tudo isto, para o aquecimento global, enfim, para a destruição e o esgotamento.

(A Sra. Energias Não Renováveis tosse com ar cínico.)

Apresentadora- Bem... que interessante! Sra. Energias Não Renováveis, diga-me o que faz da vida?

Sra. Energias Não Renováveis- A verdade é que eu facilito a vida das pessoas. Quem é que põe os carros a funcionar? Quem é que vos aquece a comidinha? Quem é que vos põe o alcatrão nas estradas? Quem é que vos dá medicamentos? Por mais pessoas que haja, que me queiram substituir (aponta para o Capitão Sustentável), vocês não viviam sem mim.

Apresentadora- Afinal, a Sra. trabalha com quem?

Sra. Energias Não Renováveis- Eu trabalho com os reis e com grandes senhores, como o petróleo, o gás natural, o carvão e o urânio. E, claro, com a minha sócia, Poluição. Sim, porque a utilização dos combustíveis fósseis libertam gases poluentes para a atmosfera!

Capitão Sustentável- SEECAAAA!

(Começam todos a falar ao mesmo tempo)

Apresentadora- Ora bem, vamos começar o concurso!

(Faz as perguntas ao público)

Muito obrigada pela vossa colaboração. Um forte aplauso para os convidados.